

DE 38 54 129

AD=AA

= US 5,153,583

**TRANSPONDER.**

**Patent number:** EP0393089  
**Publication date:** 1990-10-24  
**Inventor:** MURDOCH GRAHAM ALEXANDER MUNRO (AU)  
**Applicant:** MAGELLAN TECH PTY LTD (AU); UNISCAN LTD (AU)  
**Classification:**  
 - International: G08C19/28; H04B1/59; H04B5/00  
 - european:  
**Application number:** EP19880909960 19881118  
**Priority number(s):** WO1988AU00449 19881118; AU1987PI05479 19871118

**Also published as:**

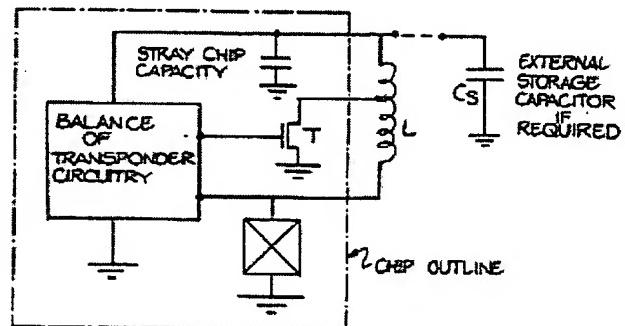
 WO8905067 (A1)  
 US5153583 (A1)  
 EP0393089 (A4)  
 EP0393089 (B1)
**Cited documents:**

 EP0204542  
 US4546241  
 AU69961198  
 FR2554293  
 EP0006691

Abstract not available for EP0393089

Abstract of correspondent: US5153583

PCT No. PCT/AU88/00449 Sec. 371 Date May 18, 1990 Sec. 102(e) Date May 18, 1990 PCT Filed Nov. 18, 1988 PCT Pub. No. WO89/05067 PCT Pub. Date Jun. 1, 1989. A portable passive transponder utilizes a single inductive coil transmission and reception system along with a single component rectifying means that is integratable on a single chip. The single coil is adapted to receive a power and/or information signal from an interrogator and transmit another signal simultaneously and independently of the power and/or information signal. A phase coherent frequency multiplier is also utilized which allows higher frequencies than the power signal to be generated, transmitted, and coherently detected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

USPS EXPRESS MAIL  
 EV 338 198 822 US  
 FEBRUARY 04 2004

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑯ EP 0 393 089 B1

⑯ DE 38 54 129 T 2

⑯ Int. Cl. 6:  
**H 04 B 1/59**  
H 04 B 5/00  
G 08 C 19/28

4630



US S, 153,583

DE 38 54 129 T 2

⑯ Deutsches Aktenzeichen:	38 54 129.7
⑯ PCT-Aktenzeichen:	PCT/AU88/00449
⑯ Europäisches Aktenzeichen:	88 909 960.2
⑯ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 89/05067
⑯ PCT-Anmeldetag:	18. 11. 88
⑯ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	1. 6. 89
⑯ Erstveröffentlichung durch das EPA:	24. 10. 90
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	5. 7. 95
⑯ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	14. 12. 95

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

18.11.87 AU 5479/87

⑯ Patentinhaber:

The University of Western Australia, Nedlands,  
Westaustralien/Western Australia, AU; Magellan  
Technology Pty. Ltd., Perth, W.A., AU

⑯ Vertreter:

Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

⑯ Benannte Vertragstaaten:

AT, BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

⑯ Erfinder:

MURDOCH, Graham, Alexander, Munro, Perth, W.A.  
6000, AU

USPS EXPRESS MAIL  
EV 338 198 822 US  
FEBRUARY 04 2004

⑯ TRANSPONDER.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 38 54 129 T 2

Anmelder: The university of Western Australia and  
Magellan Technology PTY Limited

Veröffentl. Nr. 0 393 089

Titel: Transponder

5

#### GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine elektronische Vorrichtung zur induktiven Datenübertragung. Speziell bezieht sich die vorliegende Erfindung auf einen Transponder, und zwar insbesondere auf einen passiven Transponder. Der passive Transponder kann auf induktivem Wege mit Energie gespeist werden und kann, sobald er auf diese Weise mit Energie versorgt wird, etwa Informationen speichern oder elektronische Funktionen ausführen. Der Transponder nach der vorliegenden Erfindung betrifft eine tragbare, integrierte und relativ billige Vorrichtung, die vorteilhaft zur Abfrage und/oder Identifizierung eines Artikels ausgebildet ist, dem der Transponder zugeordnet ist. Der erfindungsgemäße Transponder verwendet vorteilhaft ein Sende- und Empfangssystem mit nur einer Spule. Außerdem bietet/bieten die besondere/n Schaltkreisanordnung/en nach der vorliegenden Erfindung einen Gleichrichter mit nur einem Bauelement. Die vorliegende Erfindung eignet sich zur Integration in Form eines einstückigen Chips. Die Einrichtung, die zum Empfangen eines energieliefernden Signals verwendet wird, kann auch zum Senden eines anderen Signals verwendet werden, wobei Empfangen und Senden gleichzeitig stattfinden.

#### STAND DER TECHNIK

Der Anmelderin ist das US-Patent 3 859 624 bekannt, welches zwei Arten von Transpondern offenbart, die in einem Identifiziermarken-System eingesetzt werden. Eine darin offenbare Transponderform besitzt eine Spule zum Empfangen eines elektromagnetischen Energiefeldes sowie eine gesonderte, koplanare Spule zum Erzeugen eines signalcodierten Feldes. Der Energieempfangsspule sind ein Gleichrichter, ein Regler und eine Energiespeichereinrichtung zugeordnet. Die gesonderte Signalspule wird als Sendeeinrichtung zum Senden von Signalen an eine Abfragestation verwendet. Jede Spule arbeitet

unabhängig von der anderen.

Das Identifiziermarken-System enthält ferner eine Abfragestation mit einer Einrichtung zum Erzeugen eines elektromagnetischen Energiefeldes für die vorstehend erörterte 5 erste Art von Identifiziermarken, und eine Einrichtung zum Empfangen von Signalcode. Die offenbare Abfragestation verwendet eine einzige Spule sowohl zur Erzeugung des Energiefeldes als auch als Signalcode-Empfangseinrichtung. Die Abfrageeinrichtung arbeitet jedoch zyklisch schrittweise 10 nacheinander. In einem ersten Betriebsschritt wird von der Abfragestation für eine begrenzte Zeit das energieliefernde (elektromagnetische) Wechselfeld erzeugt. In einem zweiten Betriebsschritt, während dessen kein energielieferndes 15 (elektromagnetisches) Wechselfeld zum Transponder abgestrahlt wird, arbeitet die Abfragestation für begrenzte Zeit als Empfänger, um ein codiertes Informationssignal zu empfangen. Diese Betriebsschritte werden laufend nacheinander durchgeführt. Es gibt keine Offenbarung hinsichtlich eines Energie- und Daten-Empfangs, der gleichzeitig mit dem Senden 20 von Daten erfolgen würde.

Es bestehen eine Reihe von Patentschriften, die das Prinzip verwenden, welches am klarsten von Vinding im US-Patent 3 299 424 dargestellt, tatsächlich aber zuerst von Brard im US-Patent 1 744 036 angegeben wurde.

> 25 Gemäß dem US-Patent 3 299 424 wird Energie von einer Sende- (oder Abfrage-)Station abgestrahlt und von einem Resonanzkreis im Transponder empfangen. Das Energiesignal induziert im Abstimmkreis des Transponders einen Stromfluß. Dieser Strom strahlt vom Abstimmkreis des Transponders ein 30 Sendesignal ab, das an der Abfragestation erfaßt wird. Durch Verändern eines beliebigen Kennwerts des Abstimmkreises (z.B. der Abstimmfrequenz oder der Dämpfung) kann bewirkt werden, daß sich die Phase oder Amplitude des induzierten Stroms ändert. Somit können codierte Daten, die einen Kennwert des 35 Abstimmkreises des Transponders modulieren, an der Abfragestation erfaßt und mittels geeigneter Schaltungsanordnungen decodiert werden.

Der kritische Punkt ist, daß der Strom, den die

Abfragestation im Abstimmkreis des Transponders induziert, das Antwortsignal erzeugt, welches Daten zur Abfragestation zurückträgt. Die "Träger"-Frequenz für dieses Datensignal ist fast immer dieselbe wie für das energieliefernde Signal der 5 Abfragestation. Eine Reihe von Veröffentlichungen beruhen auf einer mittels geeigneter Schalteinrichtungen erfolgenden Erzeugung von subharmonischen Strömen aus dem im Abstimmkreis des Transponders induzierten Strom, nämlich die US-Patente 2 979 321 (Harris) und 4 314 373 (Sellers), die jedoch nicht mit 10 weniger als zwei Abstimmkreisen arbeiten können. Wiederum erzeugt der im Abstimmkreis des Transponders tatsächlich fließende Strom unmittelbar das datentragende Sendesignal.

Der maßgebliche Unterschied ist, daß das Trägersignal NICHT in die Empfangsspule eingespeist wird. Diese Tatsache 15 beschränkt die Frequenz des Sendesignals auf die Frequenz oder eine Subharmonische des Abfragesignals und schließt ein gleichzeitiges Empfangen und Senden von Daten mit dem Abstimmkreis des Transponders aus.

Weitere Veröffentlichungen, deren Transpondersysteme im 20 wesentlichen gleich oder ähnlich wie das System nach dem US-Patent 3 299 424 von Vinding arbeiten, sind z.B. folgende: US-Patent 4 075 632, US-Patent 4 196 418, US-Patent 4 333 072, US-Patent 4 361 153, US-Patent 4 546 241, US-Patent 4 580 041 und US-Patent 4 654 658.

- > 25 Das US-Patent 4 040 053 bezieht sich auf ein Mikrowellensystem. Energie wird in Form von Hochfrequenzimpulsen ausgesandt. Die Impulsfrequenz wird als zeitliche Bezugsbasis für die interne Logik des Transponders verwendet. Ohne die Impulse kann die interne Logik des 30 Transponders nicht getaktet werden. Die vorliegende Erfindung kann entweder unmittelbar die Periode des energieliefernden Feldes als Bezugs-Takt verwenden oder - in einer bevorzugten Ausführungsform - die Taktfrequenz von einem internen Oszillator ableiten. Wenn das äußere Abfragesignal momentan 35 abwesend ist, werden dennoch korrekte Taktsignale vom Oszillator erzeugt. Nach dem US-Patent 4 040 053 kann die Absendung der Antwort nur während der Energieübertragungsphase der Abfragestation erfolgen. Solange der Impuls fehlt, wird

kein Antwortträger erzeugt. Die Frequenz dieses Antwortträgers ist auf eine vorgegebene Harmonische der Abfragefrequenz festgelegt und kann nicht nach Belieben verändert werden. Daten können nicht zum Transponder gesendet werden, da der  
5 Schaltkreis die Impulssignale zum Taktten der internen Logik verwendet. Alle Daten sind dem Transponder im vorhinein einprogrammiert.

Es sei bemerkt, daß im System nach dem US-Patent 4 040 053 das Senden von Daten nur gleichzeitig mit dem von der  
10 Abfragestation ankommenden Energieimpuls erfolgt und erfolgen kann. Das Abfragesignal wird frequenzverdoppelt und zur Abfragestation zurückgestrahlt; es wird also nicht von der Elektronikschaltung des Transponders das Antwort-Sendesignal erzeugt und in die Antenne gespeist.

15 Drei Abstimmkreise sind erforderlich, um Energie zu empfangen und die Datenaussendung zu erzeugen. Es sind Energiegleichrichter und eine "Frequenzumsetzer"-Einrichtung vorhanden, die nicht integrierbar sind.

20 Der im US-Patent 4 730 188 beschriebene Transponder verwendet zum Senden von Daten eine Frequenzumtastmodulation (FSK: Frequency Shift Keying) bei ganzzahligen Subharmonischen der Abfragefrequenz.

25 Die Verwendung der Frequenzumtastmodulation zur Signalübertragung führt zu einer viel breiteren spektralen Spreizung der gesendeten Daten als die von der vorliegenden Erfindung verwendete direkte Modulation (z.B. binäre Pulslagenmodulation [BPSK: binary phase shift keying] oder QPSK-Modulation [quadrature phase shift keying]). Die beiden FSK-Träger werden mit den Daten bzw. deren Komplement 30 hüllkurvenmoduliert. Das Datenspektrum wird mit jedem FSK-Träger gefaltet. Die Gesamtbandbreite des Datenstroms ist doppelt so groß wie die Bandbreite jedes einzelnen Trägersystems. Die zum Empfangen des Datensignals zusätzlich erforderliche Bandbreite verschlechtert das Rausch- und 35 Störüberlagerungsverhalten des Systems.

Ein Datensignal wird aus dem Impulsumkehr-Transformator (PIT: pulse inverting transformer) gesendet, der zwei Transistor-Ausgangsstufen mit offenem Kollektor verwendet,

wobei jede Ausgangsstufe in ihrem Kollektorkreis einen strombegrenzenden Reihenwiderstand aufweist. Diese Widerstände sind an entgegengesetzten Seiten des Impulsumkehr-Transformators angeschlossen. Die Transistoren werden mit komplementären Signalen angesteuert, und zwar im Sättigungsbereich, so daß sie als Schalter arbeiten. Die Widerstände dienen zum Begrenzen des aus dem Impulsumkehr-Transformator fließenden Stromes. Die komplementäre Doppel-Treiberstufe (Gegentaktendstufe) dient dazu, Signalströme durch die Wicklung des Impulsumkehr-Transformators zu schicken. Der ordnungsgemäße Betrieb dieser Ausgangstreiberstufe hängt von zwei Faktoren ab, nämlich daß der Brückengleichrichter am Impulsumkehr-Transformator angeschlossen ist und daß die Trägerfrequenz kleiner als die Frequenz des energielieferndes Feldes ist.

Der Brückengleichrichter dient dazu, sicherzustellen, daß die Spannung zwischen jeder Seite des Impulsumkehr-Transformators und Vss größer/gleich Null ist. Während jeder Halbperiode legt die Brückenschaltung die Anschlüsse der Wicklung abwechselnd an Vss bzw. Vdd. Die Spannung an der an Vdd liegenden Wicklungsseite ist eine Sinushalbwelle. Die durch 4R1 und 4R2 fließenden Ströme sind ebenfalls Sinushalbwellen. Der Gesamtstrom durch den Impulsumkehr-Transformator besteht aus Sinushalbwellen, die durch den jeweils aktiven Ausgangswiderstand (4R1, 4R2) geleitet werden.

Da die Ausgänge FSK-moduliert angesteuert werden, besteht der durch den Impulsumkehr-Transformator fließende Signalstrom aus einem Paket von sinusförmigen Stromhalbwellen durch 4R1, gefolgt von einem Paket von sinusförmigen Stromhalbwellen durch 4R2, wobei die Periodenbreite dieser Pakete durch die Periode der Modulationsfrequenz bestimmt ist.

Dieses System ist eindeutig nicht in der Lage, eine höhere Frequenz als die des energieliefernden Signals exakt zu senden, ohne durch die Spannung des Impulsumkehr-Transformators eine Amplitudenmodulation der Daten zu erleiden. Eine so stark ausgeprägte Hochfrequenz-Amplitudenmodulation macht eine

Erfassung und Demodulation der Daten zu einem aufwendigen und schwierigen Vorgang. Die vorliegende Erfindung kann Strom mit beliebiger Frequenz oder beliebigen Frequenzen (sowohl höher als auch niedriger als die Frequenz des energieliefernden Feldes) ohne jegliche Modulation des eingespeisten Stroms - sei es Amplituden- oder sonstige Modulation - aufgrund der Spannung, die durch das energieliefernde Feld in der Antenne induziert wird, einspeisen. Jede beliebige gewählte Sendemodulation (Amplituden-, FSK-, Phasen-Modulation usw.) kann völlig unabhängig vom Abfragesignal verwendet werden.

Der äußere Brückengleichrichter und die Reihenwiderstände (4R1, 4R2) nach dem US-Patent 4 730 188 sind für die Funktion des Übertragungswegs jenes Transponders von entscheidender Bedeutung. Keines dieser Bauelemente wurde in integrierter oder ohne weiteres integrierbarer Form offenbart. Der Gleichrichter und die Stromquelle, die bei der vorliegenden Erfindung vorteilhaft verwendet werden, eignen sich zur Integration in einem vollständig kundenspezifischen integrierten Schaltkreis.

Unter besonderer Bezugnahme auf Spalte 3, Zeile 23 sei bemerkt, daß die Transponderausgänge Transistorschalter sind, die hinsichtlich des durch ihren jeweiligen Kollektor-Reihenwiderstand fließenden Stroms als "Senke" arbeiten. Die Ausgangsstufe ist KEINE Stromquelle, denn eine Stromquelle ist ein Element, das den Strom unabhängig von der an ihr liegenden Spannung festlegt. Der Ausgangstrom wird von der Spannung des Impulsumkehr-Transformators stark beeinflußt, d.h. stark amplitudenmoduliert. Die Kollektor-Reihenwiderstände bieten die einzige strombegrenzende Wirkung. Die Schaltung ist nicht in der Lage, eine Hüllkurvenmodulation auf die Daten-Sendebandbreite auszuüben, um die Bandbreite des Sendesignals zu begrenzen.

Bei der vorliegenden Erfindung werden durch sorgfältige Auswahl der Ausgangstransistor-Stromquelle, des Gleichrichters und der Antennenanordnung weit weniger Bauelemente für den Energieempfang und die Datensendung benötigt, nämlich nur ein Transistor und ein Gleichrichter, im Gegensatz zu den zwei Transistoren, zwei Widerständen und 4 Gleichrichtern nach dem Stand der Technik.

Die maximale Spannung an einem beliebigen Teil der Impulsumkehr-Transformatorwicklung beträgt ( $V_{dd} - V_{ss}$ ), d.h. die empfangene Spitzenspannung. Demgegenüber hat der Versorgungsspannungspunkt nach der vorliegenden Erfindung eine Spannung, die doppelt so hoch ist wie die Spitzenspannung. Diese doppelt so hohe Spannung eignet sich ideal als Programmierspannung für elektrisch löschbare Speicher (EEPROM: electrically erasable programmable memory), die zur Programmierung eine erhöhte Spannung benötigen. Die Schaltung nach der vorliegenden Erfindung liefert bei Bedarf selbsttätig diese hohe Programmierspannung.

Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen dem US-Patent 4 730 188 und der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß nach dem Stand der Technik das Trägersignal vorhanden sein muß, wenn ein Sendesignal erzeugt werden soll. Die vorliegende Erfindung kommt zur Erzeugung des Daten-Sendesignals nicht nur ohne das energieliefernde Signal aus, sondern kann das Daten-Signal wahlweise bei An- oder Abwesenheit des energieliefernden Signals senden.

Das US-Patent 4 724 427 zeigt einen Stromlaufplan, in dem die Transponderantenne und -schaltung zu einem einstückigen Chip integriert sind. Ein solch kleiner Transponder würde zwar viele Anwendungen finden, aber es haftet ihm der Mangel an, daß er nicht "fliegend", d.h. während einer Abfrage, umprogrammierbar ist.

Eine solche Fähigkeit ist höchst vorteilhaft für Anwendungen wie Chipkarten (Smart Cards), bei denen im Gebrauch eine häufige Umprogrammierung als Bestandteil ihres normalen Betriebs erfolgt.

Das US-Patent 4 630 044 offenbart eine Vorrichtung mit den gattungsbildenden Merkmalen des Anspruchs 1. AUFGABE(N) DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe eines Transponders mit nur einer Spule, die ausgebildet ist, gleichzeitig ein energielieferndes elektromagnetisches Feld zu empfangen und ein codiertes Datensignal zu senden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe eines Wegwerf-Transponders oder einer Wegwerf-Codemarke.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe eines Transponders, der in der Lage ist, weniger Störüberlagerungen mit einem anderen Transponder zu haben, wenn beide Transponder gleichzeitig ein codiertes Datensignal zur Abfragestation senden.

5 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe eines Transponders, dessen innere elektronische Schaltung ausgebildet ist, im wesentlichen vollständig zu einem einstückigen Chip (IC) integriert zu werden.

10 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe eines Transponders, der eine einzigartige Energieempfangs- und Datensende-Spulenanordnung und/oder eine minimale Gleichrichter- und Energiespeicher-Anordnung besitzt.

15 Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe einer Vorrichtung, die ein gleichzeitiges Empfangen von Daten, Empfangen von Energie und Senden von Information ermöglicht.

20 Allgemein ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Transponder anzugeben, der einen beliebigen oder alle Mängel des Stand der Technik mildert oder nicht aufweist.

#### BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung nach Anspruch 1 bereit.

25 Ein Gleichrichter ist zwischen einen Anschluß der Induktivität und einen Bezugspotentialpunkt geschaltet.

Die Induktivität und der Gleichrichter können so zusammengeschaltet sein, daß sie an einem anderen Anschluß der Induktivität eine Versorgungsspannung liefern.

30 Ein Treiber kann an der Induktivität angeschlossen und ausgebildet sein, wahlweise einen Strom vom anderen Anschluß durch wenigstens einen Teil der Induktivität fließen zu lassen, wodurch dieser Teil ein Informationssignal abstrahlt.

35 Die Vorrichtung kann einen Ladungsspeicher aufweisen, wobei die Vorrichtung einen passiven Transponder bildet und der Treiber und der Gleichrichter zu einem einstückigen Chip integriert sind.

Die Vorrichtung kann ein Transponder sein, und die Induktivität kann eine Abstimmsspule umfassen.

Das energieliefernde elektromagnetische Feld kann ferner mit einem dritten Signal moduliert werden, welches Daten und/oder Steuersignale an weitere im Transpondergehäuse befindliche Bauteile liefert.

- 5 Die vorliegende Erfindung kann ferner ein Funk- oder anderes informationstragendes Signal erzeugen, um den Treiber wahlweise zu aktivieren.

Der Transponder kann vorteilhaft zum Gebrauch in einem System ausgebildet sein, in dem zwei oder mehr Transponder 10 ungeachtet ihrer Ausrichtung zugleich erkannt werden können, sobald sie dem energieliefernden Feld ausgesetzt werden. Das System kann für die Transpondererkennung ein Kriterium hinsichtlich einer hinnehmbaren Fehlerrate einschließen.

- Der erfindungsgemäße Transponder kann zu einem IC-Chip 15 integriert werden, wobei die Induktivität außerhalb des Chips in Form einer Spule und der Ladungsspeicher ebenfalls außen in Form eines Kondensators (z.B. eines Z-förmig gefalteten Kondensators und einer Schaltungsanordnung, auf denen der Chip angeordnet werden kann; siehe die parallel anhängige 20 Patentanmeldung Nr. PI 5518 mit der Bezeichnung "Verbesserungen hinsichtlich der Konstruktion von Kondensatoren", die am 20. November 1987 eingereicht wurde) oder eines herkömmlichen Kondensators bereitgestellt werden.

Der erfindungsgemäße Transponder kann ferner gänzlich zu 25 einem IC-Chip integriert werden, wobei die Induktivität auf der Oberfläche des IC-Chips selbst ausgebildet wird.

- Die vorliegende Erfindung verwendet vorzugsweise ein Hochfrequenz-Funksignal als Daten-Sendeträger. Sowohl die Datenrate als auch der Sendewirkungsgrad sind proportional zur 30 Frequenz des Datenträgers. Folglich ist diese Funk-Datenübertragung zu hohen Datenraten und einem guten Sendewirkungsgrad fähig.

Die vorliegende Erfindung ist in der Lage, gleichzeitig eine Vielzahl von beliebigen Datenträgerfrequenzen zu erzeugen 35 und zu senden, die unabhängig voneinander und ohne gegenseitige Beeinflussung moduliert werden. Die bevorzugten Datensendefrequenzen sind Hochfrequenz-Funkfrequenzen. Hochfrequenz-Funkübertragungsfrequenzen bieten immer eine

überlegene Signalgeschwindigkeit und Koppeleffizienz.

Die vorliegende Erfindung verwendet vorteilhaft eine phasengekoppelte Regelschleife (PLL: phase-locked loop), die an den als Bezugs-Zeitbasis dienenden Grundträger gekoppelt ist, der einen stabilen Daten-Takt gewährleistet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in der Lage, von der Abfragestation gleichzeitig gelesen und umprogrammiert zu werden.

Das zweite Abstrahlsignal kann in Form eines den Transponder kennzeichnenden Codes bei einer oder mehreren Frequenzen gesendet werden, die beliebig oder zufällig aus einem vorgegebenen Bereich oder einer vorgegebenen Gruppe von Frequenzen ausgewählt werden, wobei das Senden und/oder Auswählen ununterbrochen solange erfolgen, bis die zum Aussenden des elektromagnetischen Feldes dienende Einrichtung keine Energie mehr an den Transponder liefert.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben; darin zeigen

Fig. 1 ein System, in dem der Gegenstand der vorliegenden Erfindung vorteilhaft verwendbar ist;

Fig. 2A einen Teil zweier Transponder nach dem Stand der Technik;

Fig. 2B einen erfindungsgemäßen Schaltkreisabschnitt zum Empfangen von Energie und/oder Daten oder Signalen;

Fig. 2C einen der Fig. 2B entsprechenden Schaltkreisabschnitt mit Lastanpassung;

Fig. 3A eine Einrichtung zum gleichzeitigen Empfangen und Senden, wobei der Sendeabschnitt der Spule die gesamte Spule oder einen Teil hiervon umfassen kann;

Fig. 3b, 3C, 3D und 3E Abwandlungen der Anordnung nach Fig. 3A;

Fig. 4 und 4A zwei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Transponders;

Fig. 5A und 5B weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Transponders;

Fig. 6A und 6B weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Transponders;

Fig. 7A bis 7H verschiedene Formen von Schaltungen zur Verwendung in erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen;

Fig. 8A und 8B zwei Ausführungsformen eines Modulationsdetektors;

5 Fig. 9A und 9B verschiedene Ausführungsbeispiele für einen induktiven Modulator zur Verwendung im vorliegenden Erfindungsgegenstand;

Fig. 10A bis 10C weitere Ausführungsformen eines induktiven Modulators zur Verwendung im vorliegenden Erfindungsgegenstand;

10 Fig. 11 eine erfindungsgemäße Anordnung aus einer

Stromquelle, einem Gleichrichter und einer Antenne;

Fig. 12 eine Schaltungsanordnung nach dem Stand der Technik;

15 Fig. 13 eine MOS-Ausführung der Fig. 11;

Fig. 14, 15, 16A und 16B Ausführungsalternativen zu Fig. 11; und

Fig. 17 und 18 weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 wird die Anwendung der 20 vorliegenden Erfindung in einem Transpondersystem nachstehend kurz beispielshalber erörtert.

Ein im Ultraschallbereich schwingendes, von einer Basisstation ausgehendes Magnetfeld kann mittels einer Resonanzspule oder Gruppe von Spulen erzeugt werden. Der

25 Transponder kann eine abgestimmte Empfangsspule enthalten, die aus dem Magnetfeld Energie und Zeitsignale und/oder weitere Informationen gewinnt. Die Frequenz, Amplitude und/oder Phase des von der Spule bzw. den Spulen erzeugten Magnetfelds können sorgfältig so gesteuert sein, daß die von der Transponderspule

30 aufgenommene Energie für die meisten Transponderausrichtungen ausreicht. Erkennungscodes und/oder besonders gespeicherte oder sonstige Informationen können vom Transponder zu einem Empfänger mittels eines Funk- oder sonstigen geeigneten Signals, je nach Anwendung der Transponders, gesendet werden.

35 Programmierung oder Abfrage eines temporären oder permanenten Speichers in einem ausgewählten Transponder können in herkömmlicher Weise, zum Beispiel durch Modulation des energieliefernden Feldes, erfolgen. Frequenzumtast-Modulation

(FSK: frequency shift keying) ist das bevorzugte Modulationsverfahren.

Außerdem kann bei gleichzeitiger Verwendung einer Mehrzahl von Transpondern in einem Transpondersystem jeder Transponder eine oder mehrere Trägerfrequenzen aus einer verfügbaren Menge von Trägerfrequenzen erzeugen. Diese Trägerfrequenzen brauchen nicht in einer harmonischen Beziehung zur Frequenz des energieliefernden Magnetfelds zu stehen. Indem jeder Transponder eine oder mehrere beliebige Frequenzen aus einer Vielzahl von verfügbaren Trägerfrequenzen verwenden darf, können eine Anzahl von Transpondern gleichzeitig erkannt werden, und zwar auch unter Bedingungen, unter denen normalerweise eine gegenseitige Überlagerung eine korrekte Erkennung ausschließen würde. Die Anzahl von Sendeträgerfrequenzen und/oder Sendepausen (hier als Leerlaufzustände bezeichnet) kann von der jeweiligen Anwendung abhängen. Die spezielle Mischung von Trägerfrequenzen und/oder Leerlaufzuständen kann beliebig oder zufallsabhängig gewählt werden. Die Einbeziehung redundanter Frequenzkanäle kann gegen die Möglichkeit einer zufälligen äußeren Überlagerung eines Transpondersendebetriebs schützen. Signale, die möglicherweise verfälscht oder überlagert wurden, können mit statistischen Methoden außer Acht gelassen werden. Jeder Transponder kann nacheinander einen Erkennungscode auf einer Frequenz senden, die (beliebig oder zufallsbestimmt) aus dem Band verfügbarer Frequenzen ausgewählt wird. Der Erkennungscode kann dazu verwendet werden, die ausgewählte Frequenz zu modulieren. Jede beliebige passende Modulation kann verwendet werden.

Transponder können zur Identifizierung von Objekten verwendet werden, z.B. von Personal, Viehbestand, Gepäck, Paketen, hergestellten Erzeugnissen, Lagerwaren, gestohlenen Gütern, Fahrzeugen, Zügen, Waggons, Versandcontainern, Ausweiskarten und vielen weiteren Dingen. Außerdem können Transponder in Systeme eingebaut werden, welche die internen Erkennungsfähigkeiten von Transpondern benötigen, zum Beispiel Bestandsverwaltungssysteme, Wertkarten, Kreditkarten, Chipkarten und Computersicherheitseinrichtungen.

Fig. 2A zeigt zwei Schaltungsanordnungen nach dem Stand

der Technik, die zum Empfangen von Energie und zum Senden eines Erkennungscodes verwendet wurden. Der Empfangsteil (RX) empfängt ein energielieferndes elektromagnetisches Feld. Die Schaltungsanordnung RX speichert im Speicher kondensator (CS) eine Spannung, die von weiteren Schaltkreisen des bekannten Transponders verwendet wird. Ist wird angemerkt, daß die Gleichrichtereinrichtung (D), die zwischen der Empfangsspule und dem Speicher kondensator liegt, nur als Einrichtungsregler dient und einen Stromfluß vom Speicher kondensator über die Spule an Masse nicht zuläßt. Solange der Transponder nach dem Stand der Technik mit Energie versorgt wird, sendet der Sendeteil (TX) auf einer vorgegebenen Frequenz kontinuierlich einen Erkennungscode. Wenn eine Mehrzahl von Transpondern nach dem Stand der Technik gleichzeitig mit Energie versorgt werden, senden sie alle zugleich auf derselben eingestellten, vorgegebenen Frequenz. Wie ersichtlich, eignet sich der Stand der Technik nicht für einen Betrieb mehrerer Transponder. Außerdem weist der Stand der Technik keinen abfragbaren und/oder umschreibbaren Speicher für Transponderinformationen, -daten oder -signale auf. Wichtiger noch, der Stand der Technik ist nicht ausgebildet, mit einer Spule gleichzeitig Energie zu empfangen und Daten zu senden.

Fig. 2B zeigt einen erfindungsgemäßen Schaltkreisabschnitt zum Empfangen von Energie und/oder Daten. Ein äußeres energielieferndes elektromagnetisches Feld kann an die Spule (L) angelegt werden. Das Feld kann z.B. mit Zeitsignalen, Daten oder anderen vom Transponder zu verwendenden Informationen moduliert werden. Die Spule kann aus dem angelegten Feld Energie und ggf. Zeit- oder Datensignale gewinnen. Eine oder mehrere Dioden können verwendet werden, um die durch das angelegte Feld in der Spule induzierte Spannung gleichzurichten. Ein Zusatz von aufwendigeren Gleichrichteranordnungen ist evtl. nicht erforderlich, da sie unter Umständen den Wirkungsgrad der Umwandlung in Gleichspannung nicht erhöhen. Der Spannungsabfall an mehr als einer Diode kann bereits einen übermäßigen Energieverlust darstellen. Die gleichgerichtete Spannung kann im Speicher (C) gespeichert werden. Die gespeicherte Spannung kann dazu

verwendet werden, eine Gleichspannung an interne Schaltkreise des Transponders zu liefern.

Wenn darüber hinaus im angelegten Feld Daten- oder Zeitsignale enthalten sind, können eine oder mehrere Dioden 5 oder sonstige Demodulationseinrichtungen dazu verwendet werden, die Zeit- und/oder Dateninformation (als Zeitsignal dargestellt) zur Verwendung durch den Transponder bereitzustellen. Die Diode(n) können auch mit dem 10 Ladungsspeicher zusammenwirken, um die Versorgungsspannung für den Transponder einzustellen.

Ein abgewandelte Form der Schaltungsanordnung nach Fig. 2B. ist in Fig. 2C gezeigt.

Hinsichtlich Fig. 2C wird angemerkt, daß zur maximalen Energieübertragung von einem Abstimmkreis zu einem Lastkreis 15 bekanntlich die Dämpfung durch die Last im wesentlichen gleich der Dämpfung des Abstimmkreises sein muß. Unter diesen Voraussetzungen erreicht die Ausgangsspannung ein Maximum. Die 20 in Fig. 2C gezeigte Ausführungsform kann eine Lastanpassung schaffen, indem die Empfangsspule an einer geeigneten Stelle angezapft wird. In dieser Weise kann die Spule wie ein Autotransformator arbeiten.

Fig. 3A zeigt eine grundsätzliche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Induktivität kann in einen oberen (ersten) und einen unteren (zweiten) Abschnitt unterteilt sein. Ein einfallendes energielieferndes elektromagnetisches Feld (P) 25 kann die Induktivität (als Ganzes) beeinflussen, um am Punkt V Energie (eine Spannung) zu liefern. Die Spannung V kann dazu verwendet werden, eine Ausgangsstufe zu betreiben. Die Ausgangsstufe kann an der Verbindungsstelle des ersten und zweiten Abschnitts der Induktivität angeschlossen sein. Sobald 30 die Ausgangsstufe mit Energie versorgt wird, kann die Ausgangsstufe den ersten Abschnitt der Induktivität so steuern, daß der erste Abschnitt ein Signal (S) abstrahlt. Das Abstrahlsignal kann vom ersten Spulenabschnitt zur gleichen 35 Zeit erzeugt werden, in der das energieliefernde Feld den ersten und den zweiten Abschnitt beeinflußt. Mit anderen Worten, die vorliegende Erfindung kann eine Einrichtung bereitstellen, bei der sowohl das Empfangen von Energie als

auch das Senden von Signalen zumindest bei einem Teil der Einrichtung zur selben Zeit erfolgen können. Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Induktivität so ausgeführt sein, daß sie nur einen ersten Abschnitt besitzt. Dabei würde die gesamte  
5 Induktivität in der Weise arbeiten, daß gleichzeitig Energie empfangen und Signalinformation gesendet wird.

Fig. 3B zeigt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Solange die Induktivität unter dem Einfluß eines einfallenden energieliefernden  
10 elektromagnetischen Feldes steht, kann sie ein Signal liefern. Eine Gleichrichtereinrichtung (D) oder Diode kann das empfangene Signal gleichrichten und eine Spannung liefern, die in einem Speicher (CS) gespeichert wird.

Mit anderen Worten, die Gleichrichtereinrichtung (D) und  
15 der Speicher (CS) können zusammenwirken, um eine brauchbare Spannungsversorgung zur Verwendung durch weitere Schaltkreise des Transponders zu bilden. Die Gleichrichtereinrichtung kann das empfangene Signal in der Weise gleichrichten, daß der Speicher ein Signalpaket empfängt, welches gespeichert wird,  
20 und eine im wesentlichen konstante Spannung für die weiteren Transponderschaltkreise ausgibt, bis entweder die gespeicherte Spannung aufgebraucht ist oder ein weiteres Signalpaket die im Speicher gespeicherte Spannung auffrischt, wodurch die im wesentlichen konstante Spannung weiterhin ausgegeben wird. Die  
25 Gleichrichtereinrichtung kann auch eine Klemmeinrichtung bilden, welche die Ausgangsspannung des Speichers auf einem im wesentlichen konstanten Pegel hält, solange im Speicher eine verwendbare Ladungsmenge vorhanden ist. Sobald vom Transponder ein Datensignal gesendet werden soll, kann an den mit  
30 "Ausgangstreiber" bezeichneten Schaltungspunkt ein geeignetes Signal gelegt werden. Dies kann bewirken, daß durch die gesamte Induktivität oder einen Teil derselben (durch den Sendeabschnitt) wahlweise ein leitender Strompfad ausgebildet wird. Da die Gleichrichtereinrichtung zwischen einem  
35 Bezugspotentialpunkt und der Induktivität liegt, ist letztere (aus Sicht des Signals) vom Bezugspotential im wesentlichen isoliert. Solange daher der leitende Pfad ausgebildet ist, fließt Strom aus der Versorgungsspannungsquelle, oder einer

anderen von Bezugspotential verschiedenen Quelle, durch die ganze Induktivität oder einen Teil derselben und bewirkt dadurch, daß von der Induktivität ein Signal abgestrahlt wird.

Auf diese Weise kann ein moduliertes Funksignal (RF:

- 5 Radiofrequenzsignal) oder sonstige Art von Signal in den Sendeabschnitt der Induktivität eingeleitet werden.

Es ist ein Merkmal der vorliegenden Erfindung, daß eine einzige Antenne gleichzeitig zum Empfangen von Energie, zum Empfangen von Daten und zum Senden von Daten verwendet werden kann. Diese drei Funktionen erfolgen unabhängig voneinander in derselben Antennenspule. Energie wird durch das elektromagnetische Wechselfeld geliefert, das eine Spannung und einen Strom in der Antennenspule induziert. Empfangene Daten werden durch Frequenzmodulation des energieliefernden

- 15 Induktionssignals gesendet. Frequenzmodulation des elektromagnetischen Feldes beeinträchtigt die von der Antennenspule des Transponders empfangene Energie nicht. Eine Abtrennung des Datensendesignals wird erreicht, indem das Sendesignal unter Verwendung einer Quelle mit hohem  
20 Innenwiderstand (d.h. einer Stromquelle) eingespeist wird. Eine Stromeinspeisung beeinträchtigt nicht die vom energieliefernden Feld induzierten Spannungen oder den Empfang der Rx-Daten.

Mehrere offenbare Systeme bemühen sich, ihre Sendestufen von der Antennenspannung zu isolieren, indem sie eine Impedanz, z.B. einen Kondensator oder Widerstand, in Reihe zur Ausgangsstufe schalten. Die Integrierbarkeit einer Schaltung schließt aber die Verwendung von Widerständen oder Kapazitäten (der erforderlichen Größe) für diesen Zweck aus.

- Die einfachste in der Praxis integrierbare Stromquelle ist  
30 ein Transistor, der in seinem strombegrenzenden Bereich betrieben wird (d.h. bei einem bipolaren Transistor im linearen Bereich und bei einem Feldeffekttransistor im Sättigungsbereich). Der Kollektor eines bipolaren Transistors bzw. der Drain-Anschluß eines Feldeffekttransistors arbeiten  
35 als Stromquellen. Die Aufrechterhaltung des Stromquellenbetriebs erfordert, daß die Spannung über dem Transistor immer größer als die Sättigungsspannung ist. Diese beträgt bei Bipolartransistoren typischerweise 0,2 Volt und bei

Feldeffekttransistoren circa 1,0 Volt.

Fig. 11 zeigt eine grundsätzliche Schaltungsanordnung, die eine Ausgangsstufe mit Stromquelle und einen Gleichrichter enthält, um ein Gleichspannunspotential an der Antennenspule zu erzeugen. Fig. 12 zeigt einen grundsätzlichen Schaltungsverlauf nach dem Stand der Technik. Herkömmlich wird in Transpondersystemen gemäß Fig. 12 der Punkt "B" als Bezugspotential gewählt. Durch Wahl von "B" als Bezugspunkt schwingt die zwischen B und jedem beliebigen Teil der Antennenspule liegende Spannung während jedes Zyklus des energieliefernden Feldes über und unter das Bezugspotential. Eine zwischen dem Bezugspunkt und einer Anzapfung der Spule angeschlossene Transistor-Stromquelle wird während der negativen Ausschläge der Spannung nicht arbeiten. Indem statt dessen der Punkt "A" gemäß Fig. 11 als Bezugspunkt gewählt wird, ändert bei einem idealen Gleichrichter die Spannung zwischen "A" und jedem beliebigen Punkt der Antennenspule nicht ihr Vorzeichen (sei dieses negativ oder positiv). Selbst bei einem kleinen Spannungsabfall am Gleichrichter wird eine Anzapfung der Antennenspule keinen Vorzeichenwechsel erfahren und ist ein idealer Punkt zum Anschließen einer Transistor-Stromquelle.

Der Betrieb der Schaltung hängt nicht von der Richtung des Diodengleichrichters ab, vorausgesetzt, daß gebührende Sorgfalt bei der Auswahl des Stromquellen-Transistors aufgewandt wird. Fig. 13 zeigt eine Schaltungsanordnung, die für ein NMOS-Verfahren optimiert ist. Bei Einsatz von PMOS-Technologie sind die Potentiale aller Schaltungspunkte einfach vertauscht. Der entscheidende Punkt ist, daß der Gleichrichter und die Stromquelle am selben Potentialpunkt liegen müssen, wobei die andere Seite des Gleichrichters an dasjenige Ende der elektromagnetischen Antenne angeschlossen ist, das vom anderen Schaltungspotentialpunkt am weitesten entfernt ist, und die andere Seite der Stromquelle an einer Anzapfung der elektromagnetischen Einrichtung angeschlossen ist. Der in Fig. 11 gezeigte Schaltkreis kann auf den Kopf gestellt werden, ohne seine Betriebsweise zu ändern, und der Gleichspannungs-Bezugspotentialpunkt kann zum Punkt B gemacht

werden. Jedes beliebige Bauelement, das Strom nur in eine Richtung fließen läßt, funktioniert in der Schaltung, jedoch bietet ein synchroner Gleichrichter, wie er in der parallel anhängigen australischen Patentanmeldung vom 19. November 1987 mit der Bezeichnung "Integratable Synchronous Rectifier" (Integrierbarer synchroner Gleichrichter) gemäß der vorläufigen Veröffentlichung Nr. PI 5507 erläutert ist, eine gegenüber einer herkömmlichen Diode überlegene Leistung.

Das Anschließen des Gleichrichters am Bezugspotential erlaubt die Verwendung einer einfachen und wirksamen Gleichrichteranordnung, die ohne weiteres integrierbar ist. Die in Fig. 13 gezeigte Anordnung ist in herkömmlicher NMOS- und CMOS-Technologie ohne weiteres integrierbar. Bei Verwendung des herkömmlichen Bezugspunkts "B" ist es schwierig, die Gleichrichteranordnung zu integrieren. Es ist unmöglich, den Gleichrichter nach Fig. 12 unter Einsatz herkömmlicher NMOS-Herstellungsverfahren zu integrieren.

Ein weiterer Vorteil der Ansteuerung mittels Stromquelle besteht darin, daß unter Verwendung desselben Transistors mehr als ein Signal gleichzeitig abgegeben werden kann. Figur 14 zeigt eine Stromspiegelschaltung (eine üblicherweise integrierte Anordnung), die in der Lage ist, mehrere Ströme beliebiger Frequenz und Wellenform an die Antennenspule zu liefern. Die Stromspiegelschaltung summiert die Ströme  $I_{11}$ ,  $I_{12}$ , ... linear auf und gibt  $I_{out}$  aus. Dadurch ist es möglich, zwei oder mehr Datensignale bei verschiedenen Frequenzen gleichzeitig zu senden. Die Signale können jede beliebige Frequenz und Wellenform aufweisen und von der Antennenspule dennoch unabhängig gesendet werden.

Alternativ können mehrere Ausgangstransistoren parallelgeschaltet werden, und ihre Ausgangsströme summieren sich linear auf. Fig. 15 zeigt eine einfache Schaltungsanordnung, in der die Ströme mehrerer Ausgangstransistoren zusammengefaßt in die Antennenspule geleitet werden.

Die Induktivität kann eine vorzugsweise drahtgewickelte Spule aufweisen, deren Sendeteil daher die gesamte Spule oder nur einige Drahtwindungen umfassen kann. Dabei wird vorteilhaft

eine Antennenanordnung mit einem Wickel aus aluminiumbeschichteter Kunststoffolie verwendet, wie erläutert in der australischen Patentanmeldung vom 10. Dezember 1987 mit der Bezeichnung "Antenna Structure, Power and Communication System and Methods" (Antennenanordnung, Energie- und Datenübertragungssystem und -verfahren) gemäß der vorläufigen Veröffentlichung Nr. PI 5855. Die Gleichrichteranordnung kann dazu verwendet werden, die in der Empfangsspule des Transponders induzierte Spannung gleichzurichten. Eine Speichereinrichtung, vorzugsweise ein Kondensator passender Größe und geeigneten Kapazitätswerts, kann zum Speichern der gleichgerichteten Spannung verwendet werden. Eine Regelung der Spannung kann verbessert werden, indem sichergestellt wird, daß sich der Transponder nur durch jene Gebiete des energieliefernden elektromagnetischen Feldes bewegt, die eine tolerierte und/oder korrekte Spannung ergeben. Alternativ können zusätzlich Regelungseinrichtungen vorgesehen werden. Der Transponder kann ansonsten eine Einrichtung zum Abschalten bei vorgegebener Spannung aufweisen, wobei die Abschaltspannung ein Wert der induzierten Spannung ist, unterhalb dessen der Transponder nicht arbeitet. Anstelle der Diode (D) kann in Verbindung mit der Speichereinrichtung eine Zenerdiode verwendet werden; wenn deren Nennspannung z.B. doppelt so hoch wie die erforderliche Versorgungsspannung ist, richtet die Zenerdiode die empfangene induzierte Spannung gleich und beschränkt die Spannung an der Versorgungsleitung auf etwa die Hälfte der Diodendurchbruchsspannung, bis der Transponder nicht mehr unter dem Einfluß des energieliefernden Feldes steht.

Alternativ begrenzt ein der Antennenspule parallelgeschalteter Kurzschlußregler wirksam die Gleichspannung. In ähnlicher Weise begrenzt auch ein der Gleichspannung parallelgeschalteter Kurzschlußregler die Gleichspannung, aber ein solcher gleichspannungsseitiger Regler (1) trägt zur Entladung des Speicherkondensators bei und erhöht daher die Welligkeit der Versorgungsspannung; und (2) macht einen größeren Gleichrichter erforderlich, da sowohl der Kurzschlußreglerstrom als auch der Schaltkreisstrom durch den Gleichrichter bezogen werden müssen.

Beide Anordnungsmöglichkeiten für den Regler funktionieren, aber ein parallel zur Versorgungsgleichspannung liegender Kurzschlußregler ist weniger erstrebenswert als ein Kurzschlußregler an der Antenne.

- 5        Eine Kurzschlußregelung wird gegenüber einer Reihenregelung aus folgenden Gründen bevorzugt gewählt:
- (1) Es gibt am Regler keinen Reihen-Spannungsabfall, daher wird dem Schaltkreis der Spitzenwert der Wechselspannung zur Verfügung gestellt.
- 10      (2) Es treten im Abstimmkreis (bei starker elektromagnetischer Kopplung) keine Überspannungen auf, welche die Transistoren des Schaltkreis-Chips zerstören könnten. Ein Reihenregler muß in der Lage sein, der maximalen Eingangsspitzenspannung zu widerstehen. Die Fähigkeit eines Chips, Spannungen zu handhaben, ist eine von der Herstellungstechnologie abhängige Funktion und beschränkt sich auf höchstens ungefähr 20 Volt. Ein Kurzschlußregler beschränkt die Spannung auf die Nenn-Betriebsspannung, muß zur Aufrechterhaltung dieser Regelung jedoch in der Lage sein, genug Strom an Masse abzuleiten. Die Fähigkeit eines Chips, Ströme zu handhaben, ist eine von der Transistorgröße abhängige Funktion und liegt damit unmittelbar in der Hand des Entwerfers. Höhere Ströme können abgeleitet werden, indem einfach die Größe des Kurzschlußtransistors erhöht wird.
- 25      Die von einem Treibersignal gesteuerte Ausgangsstufe (T) kann ein Bipolartransistor oder Feldeffekttransistor (FET) oder eine beliebige sonstige Ausgangseinrichtung sein, die einen Sendestrom durch die Spule bewirken kann. Ein Abstimmorgan (CT) kann verwendet werden, um die Induktivität abzustimmen. Das Abstimmorgan kann einen Kondensator aufweisen. Es kann die Amplitude von Signalen verstärken, die mittels der Induktivität empfangen und/oder gesendet werden. Die Induktivität wird vorzugsweise auf das empfangene Signal abgestimmt.
- 30      Das Abstimmorgan schließt die beiden Enden der Spule bei Funkfrequenzen elektrisch zusammen und legt sie damit über den Speicherkondensator auch an das Bezugspotential. Im Endeffekt legen der Abstimmkondensator und der Speicherkondensator die beiden Enden der Spule auf Bezugspotential. Folglich hat die

Impedanz des Gleichrichters keinen Einfluß auf die Wirkung der in die Spule gespeisten Hochfrequenzströme.

Die Figuren 3C und 3D zeigen alternative Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. In Fig. 3C können die Spulen A, B und C ein angelegtes energielieferndes Feld empfangen, und zugleich kann die Spule A (und B, wenn D leitend ist) ein Signal (mit Gleich- und/oder Wechselspannungsanteilen) senden, solange die Treiberstufe T dafür sorgt, daß Strom durch A (und B, wenn D leitend ist) und T zu einer auf Bezugspotential liegenden Schiene getrieben wird. In den Figuren 3D und 3E können die Spulen A und B gleichzeitig als Empfangs- und Sendeeinrichtung arbeiten.

In allen Fällen kann die Sendeeinrichtung ausgebildet sein, gleichzeitig als Empfangseinrichtung zu arbeiten.

Getrennte Spulen - eine zum Senden und eine zum Empfangen - können bei einem erfindungsgemäßen Transponder ebenfalls verwendet werden.

Die Figuren 4, 4A, 5A, 5B, 6A und 6B zeigen allgemein weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Die Figuren 4 und 4A zeigen zwei Ausführungsformen in einem Transponder. Fig. 4A vereinigt alle Schaltungsteile mit Ausnahme der Induktivität auf dem Chip. Die Streukapazität des Chips wird als Ladungsspeicher genutzt, ein äußerer Speicherkondensator kann bei Bedarf verwendet werden. Die Figuren 5A und 5B zeigen eine den Figuren 4 und 4A ähnliche Ausführungsform, wobei jedoch vom Transponder über die Spule ein codiertes Informationssignal an eine Basisstation gesendet werden kann und der auf diese Weise gesendete Code in der Codegenerator-Logikschaltung gespeichert ist. Die Figuren 6A und 6B zeigen eine den Figuren 5A und 4B ähnliche Ausführungsform, wobei ein "MAG MOD"-Signal, das dem vom Transponder empfangenen Energiefeld überlagert werden kann, die Möglichkeit schafft, daß eine Abfragestation im Transponder enthaltene Informationen ändert, löscht oder solche hinzufügt oder den Transponder auf sonstige Weise steuert, während der Transponder an Ort und Stelle bleibt. Es sei bemerkt, daß jedes beliebige der (in Blockform gezeigten) Bauelemente als diskrete Schaltung, Hybridschaltung oder integrierte Schaltung oder als

Kombination solcher Schaltungen verwirklicht werden kann, wie dies auf den betreffenden technischen Gebieten üblich oder je nach gegebenem Anwendungsfall der vorliegenden Erfindung erforderlich ist. Eine Integration elektronischer

5 Schaltungsanordnungen in Chipform kann eine äußerst kostengünstige und platzsparende Transponderform ergeben. Ein integrierter Kondensator (Z-förmig gefalteter Kondensator mit zugehörigem Antennenschaltkreis, wie im einzelnen in einer parallel anhängigen Patentanmeldung beschrieben) kann als

10 Speicher (CS) und Spule verwendet werden, auf denen der Transponderchip (IC) und eine Spule angebracht sind. Diese Kombination kann einen billigen, tragbaren und/oder Einweg-Transponder (Wegwerf-Transponder) bilden.

Jeder Transponder kann eine oder mehrere Antennenspulen aufweisen. Alle Spulen oder jede beliebige Einzelspule können ganz oder teilweise gleichzeitig zum Empfangen und zum Senden von Signalen verwendet werden. Um Wiederholungen zu vermeiden, erfolgt die nachfolgende weitere Beschreibung in bezug auf eine Induktivität mit nur einer Spule, von der nur ein Teil zum 20 gleichzeitigen Empfangen und Senden von Transpondersignalen verwendet wird.

Eine Ausführungsform des Transponders kann folgende Merkmale aufweisen:

1. Eine Antennenspule zum Empfangen von Energie aus einem 25 elektromagnetischen Energiefeld.
2. Ein Abstimmorgan, vorzugsweise einen Kondensator (CT), um die Antennenspule im wesentlichen auf die Frequenz des elektromagnetischen Feldes abzustimmen.
3. Einen Gleichspannungsspeicher, vorzugsweise einen 30 Kondensator (CS), zum Speichern von elektrischer Gleichspannungsenergie zur Nutzung durch die Transponderschaltungsanordnung; und:
4. Eine Schaltungsanordnung, vorzugsweise in Form eines integrierten Schaltkreises IC, die eine elektronische Funktion 35 oder elektronische Funktionen des Transponders ausführt und eine Gleichrichteranordnung und eine Sendeeinrichtung enthält.

Die Antennenspule kann auch dazu verwendet werden, gleichzeitig Daten zu senden. Der Schaltungsaufbau des

Transponders kann eine einfache Integration nahezu der gesamten elektrischen Schaltungsanordnung des Transponders erlauben.

Der Transponder kann ferner eine Gleichrichteranordnung (D), zum Beispiel in Form einer Diode, zum Gleichrichten empfangener Energiesignale aufweisen. Der bevorzugte  
5 Gleichrichter ist ein synchroner Gleichrichter, wie er in der parallel anhängigen australischen Patentanmeldung vom 19. November 1987 mit der Bezeichnung "Integratable Synchronous Rectifier" (Integrierbarer synchroner Gleichrichter) gemäß der  
10 vorläufigen Veröffentlichung Nr. PI 5507 offenbart ist. Der dort offenbare Gleichrichter kann ohne weiteres zum Transponder-IC integriert werden. Die Hinzufügung von aufwendigeren Gleichrichteranordnungen, wie etwa Brückengleichrichtern, kann entbehrlich sein, da sie den  
15 Wirkungsgrad der Umwandlung in Gleichspannung möglicherweise nicht wesentlich verbessern. Der Zweck der Gleichrichteranordnung D ist, das von der abgestimmten Antennenspule empfangene Wechselspannungssignal gleichzurichten. Die Gleichrichteranordnung ist in  
20 unkonventioneller Weise innerhalb der Transponderschaltung angeordnet und kann eine leichtere Integration, bei der handelsübliche Integrationsverfahren eingesetzt werden, ermöglichen; ferner erlaubt die Gleichrichteranordnung, daß die Antennenspule zusätzlich als Abstrahleinrichtung für  
25 Hochfrequenz- oder sonstige Signale genutzt wird.

Im Inneren der Abfragestation befindet sich eine stabile Quelle für eine Hauptreferenzzeit, typischerweise ein quarzgesteuerter Oszillator. Diese Referenzzeitquelle wird dazu verwendet, die Frequenz des energieliefernden Feldes zu  
30 erzeugen. Wie oben erläutert, ist der Trägeroszillator des Transponders über das energieliefernde Feld der Abfragestation phasenkohärent an die Hauptreferenzzeit der Abfragestation gekoppelt. Ein phasenkohärentes Ankoppeln des Signalträgers an die Hauptreferenzzeit bietet erhebliche Vorteile gegenüber  
35 einer nicht-kohärenten Trägererzeugung. Das Trägersignal kann in der Abfragestation kohärent, unter Verwendung gut verstandener Grundlagen der kohärenten Erfassung, erfaßt werden, wobei die Hauptreferenzzeit als Frequenznormal für die

die kohärente Erfassung durchführenden Schaltkreise dient. Eine kohärente Erfassung bietet optimalen Signal/Störabstand und eine hervorragende Unterdrückung von Überlagerungen und Seitenbändern. Fig. 1 zeigt, daß dieses Referenzzeitsignal an die "Empfangs- und Decodier"-Schaltung der Abfragestation geführt wird. Das Referenzzeitsignal wird von der "Frequenz- und Phasensteuereinheit" dazu verwendet, die Frequenz des energieliefernden Feldes zu erzeugen.

Ein Speicherkondensator - eine bevorzugte Form der Speichereinrichtung (CS) - kann dazu verwendet werden, die elektrische Gleichspannungsenergie zu speichern, die vom Abstimmkreis und der Diode D periodisch geliefert wird. Der Speicherkondensator CS speichert diese pulsierende elektrische Energie und kann der Transponderschaltungsanordnung über die Versorgungsleitung eine im wesentlichen konstante Gleichspannung liefern. Eine Treiberstufe (T), die Teil des Modulators sein kann, kann vorzugsweise einen in der Transponderschaltung enthaltenen MOS-Transistor aufweisen. Ein Modulationssignal kann steuernd an der Gate-Elektrode von T angelegt werden. Die Drain-Elektrode von T kann mit der Empfangsspule verbunden und dazu ausgebildet sein, einen Strom durch die gesamte Spule (oder - je nach Konfiguration - durch einen Teil der Spule) fließen zu lassen. Der Strom kann in der Spule ein Hochfrequenzmagnetfeld induzieren, das ein Signal oder codemoduliertes Signal an eine oder mehrere Empfangseinrichtungen abstrahlt, die zum Empfang dieses Signals ausgebildet sind. Der Zeitreferenzpunkt (TR) kann einen geeigneten Zeitpunkt bereitstellen, die Periode des Energiefeldes oder aus dem Energiefeld eine sonstige Signalinformation zu gewinnen, die als Zeitreferenz für beliebige Teile der Transponderschaltungsanordnung, vorzugsweise für den oder die Trägeroszillatoren, verwendbar sind. Der oder die Trägeroszillatoren können jedoch voreingestellt sein, und daher kann die Zeitreferenz andere Anwendungen innerhalb des Transponders haben, zum Beispiel für Freigabeschaltungen oder Dateneinrichtungen zum Programmieren elektrisch löscherbarer Speicher (wie z.B. EEPROM), bei denen der Spitzenwert des Bezugspotentials (das Doppelte der

Versorgungsspannung) für Speicherprogrammierungen erforderlich sein könnte.

- Der (abgestimmte) Spulenkreis kann auf die Frequenz des energieliefernden Feldes, statt auf die (Funk-)Hochfrequenz, abgestimmt sein. Während des Transponder-Sendebetriebs kann hochfrequenter Strom aus dem Versorgungskondensator (CS) durch die oberen Windungen der angezapften Spule geleitet werden. Es ist möglich, daß nur eine Spule (mit Anzapfung) erforderlich ist. Ein Abstimmkondensator (CT) kann an der Empfangsspulenanordnung angeschlossen sein, an der auch die Gleichspannungsspeicherkapazität (CS) angeschlossen sein kann. Der Gleichrichter ist zweckmäßigerweise als Diode D dargestellt, die bevorzugte integrierbare Ausführungsform ist ein Synchrongleichrichter.
- Insbesondere Fig. 4 zeigt eine Veranschaulichung der Beziehung zwischen der induktiven Empfangseinrichtung (Spule), dem Abstimmkondensator (CT), dem Speicherkondensator (CS), dem Gleichrichter (D), der Referenzzeit (TR), dem Transistor (T), der Versorgungsleitung (+) und einiger weiterer Transponderschaltungsteile. Der Transponder weist vorzugsweise einen integrierten Schaltkreis (IC) auf, der jedwede erforderlichen elektronischen Funktionen enthält. Der IC kann die in der Empfangsspule zum Bezugszeitpunkt TR induzierte Spannung überwachen. Der Trägeroszillator kann ein phasengekoppelter Hochfrequenzoszillator sein, dessen Ausgangssignal als Datenträger zum Senden von Informationen verwendet werden kann. Eine bloße Vervielfachung der Frequenz des energieliefernden Feldes durch den Oszillatator ist möglicherweise nicht vorteilhaft, da vom Energiefeld erzeugte Oberschwingungen sich dann dem Signalträger des Oszillators überlagern. Der Oszillatator kann so ausgelegt sein, daß er im wesentlichen phasenkohärente Frequenzen erzeugt, die zwischen Harmonischen der Energiefeldfrequenz liegen. Zum Beispiel: Oszillatoren-Ausgangssignal =  $(p + n/m) \times$  Energiefeldfrequenz, mit
- $p$  = Harmonische der Energiefeldfrequenz,  
 $n, m$  = ganze Zahlen mit  $n < m$ .
- Die Figuren 7A bis 7H zeigen in schematischer Darstellung

bevorzugte Ausführungsformen von Teilen des zuvor in Form von Funktionsblöcken gezeigten Transponders. Das in Fig. 7B (und Fig. 6) gezeigte Signal "MAG MOD" ist das Signal, das die magnetische Modulation angibt. Diese Modulation kann dem Energiefeld überlagert werden. Die bevorzugte Form magnetischer Modulation ist die Frequenzumtast-Modulation (FSK: frequency shift keying). Eine FSK-Modulation des Magnetfelds ändert nicht die von der Antennenspule empfangene Leistung. Wenn die Antenne abgestimmt ist, kommt es zu einer leichten frequenzabhängigen Abnahme der Energieumwandlung. Diese Abnahme ist sehr gering, wenn die FSK-Modulation mit einer geringen Frequenzverschiebung arbeitet und die Antennenspule auf eine geringe Güte Q eingestellt ist. Eine Signalübertragung mittels FSK-Modulation des Energiefeldes ist besonders nützlich, indem sie eine Energieübertragung zur Transponderantenne und gleichzeitig einen Datenempfang durch die Transponderantenne bei vollständiger wechselseitiger Unabhängigkeit dieser Funktionen bewerkstellt.

Das Signal kann eine Grundlage zur Steuerung des Transponders bereitstellen und/oder - ausführlicher formuliert - eine Kontrolle über voreingestellte Daten oder sonstige Signale verschaffen und/oder eine Programmierung oder sonstige Funktionen von Transponderschaltkreisen auslösen. Ausführungsformen von Trägeroszillatoren sind in den Figuren 7A und 7B gezeigt. Ausführungsformen, wie sie in den Figuren 7G und 7H gezeigt sind, können im Transponder ebenfalls verwendet werden und können die Möglichkeit bieten, aus einer Menge von verfügbaren Trägerfrequenzen eine Trägerfrequenz beliebig auszuwählen. Diese beliebige Auswahl kann bei der Kommunikation zwischen Transponder und Abfragestation hilfreich sein, wenn der Transponder in einem System mit mehreren Transpondern eingesetzt wird. Das Ausgangssignal des Trägeroszillators kann herabgeteilt werden, um ein logisches Taktsignal zu erzeugen (wie auch in den Figuren 5A, 5B und 6A, 6B gezeigt). Ein geteiltes Ausgangssignal kann sogar dann ein logisches Signal liefern, wenn die Zeitreferenz momentan nicht verfügbar ist. Der Trägeroszillator kann so aufgebaut werden, daß er während kurzer Unterbrechungen des Zeitreferenzsignals im wesentlichen

stabil bleibt. Die Zeitreferenz kann herabgeteilt und direkt als Taktsignal verwendet werden.

Wie in den Figuren 4, 4A, 5A, 5B, 6A, 6B und 7E gezeigt, kann das logische Taktsignal verwendet werden, um einen

5 voreingestellten, vorprogrammierten, änderbaren oder wählbaren Code aus einer Gruppe von logischen Gattern oder Speichern abzuleiten. Dieser Code kann zum Modulieren des Trägersignals verwendet werden. Phasenmodulation ist eine bevorzugt verwirklichte Modulationstechnik. Ein einfaches

10 EXCLUSIV-ODER-Gatter (Fig. 7F) kann verwendet werden, um die Phase des Trägers zu modulieren, jedoch ist auch Amplitudenmodulation, Impulslage-Modulation, Pulsbreiten-Modulation oder jede beliebige andere Modulation möglich. Das modulierte Trägersignal kann verwendet werden, die

15 Steuerelektrode des Transistors T zu beaufschlagen, der in seinem Sättigungsbereich, d.h. wie eine Stromquelle, arbeiten und bei der Trägerfrequenz einen Strom konstanter Größe führen kann. Dieser Strom kann ein Magnetfeld erzeugen, das mit der Trägerfrequenz schwingt und vom Transponder abgestrahlt wird.

20 Alternativ kann eine einen Stromspiegel aufweisende Treiberschaltung den Ausgangstransistor ansteuern, und der Spiegelstrom kann so moduliert werden, daß er hüllkurvengeformte, bandbegrenzte HF-Daten an die Antenne liefert. Das Formen von Hüllkurven an modulierten HF-Daten

25 ergibt eine gute Seitenbandunterdrückung und erfordert normalerweise den Einsatz komplizierter Filter zur Erzeugung der Hüllkurvenformen. Der Stromspiegel jedoch eignet sich ohne weiteres zur Wellenformsynthese. Fig. 16A zeigt ein Grundschema einer integrierbaren Schaltung zur Wellenformsynthese, Fig. 16B zeigt eine detailliertere Schaltung, die in der Lage ist, ein bandbegrenztes Datensignal zu synthetisieren. Die Anwendung der Strom-Summierung - sei es mittels Stromspiegeln und/oder paralleler Ausgangstransistoren - ermöglicht es,

30 (1) viele Frequenzen und Datenmuster gleichzeitig zu senden,

35 (2) die Hüllkurve von Signalen zu formen, um die Bandbreite des gesendeten Signals zu begrenzen.

Unter Bezugnahme auf die Figuren 5A, 5B und 6A, 6B sei

bemerkt, daß der Teiler mit einem Zeitbasis-Eingangssignal oder mit dem Trägeroszillator verbunden sein kann.

Sobald ein Transponder mit Energie versorgt wird, kann er beginnen, seinen Code oder sonstige Informationen zu senden.

- 5 Die Übertragung kann so ausgestaltet sein, daß sie wählbar geschaltet wird. Die Übertragung kann auch kontinuierlich sein, solange der Transponder ein Energiefeld empfängt. Die Übertragung kann sich auf eine oder mehrere, vorzugsweise beliebig oder zufällig gewählte Frequenzen aus einer Gruppe
- 10 möglicher Frequenzen oder Sendepausen stützen.

Die Trägerfrequenz(en) - das Ausgangssignal der Oszillatoreinrichtung - können mittels eines oder mehrerer spannungsgesteuerter Oszillatoren (VCO: voltage controlled oscillator) erzeugt werden, die jeweils in einer

15 phasengekoppelten, durch das energieliefernde elektromagnetische Feld geführten Regelungsschleife angeordnet sind. Wie oben erwähnt, kann die Ausgangs-Trägerfrequenz im wesentlichen  $(p + n/m)$ -mal die Frequenz des energieliefernden elektromagnetischen Feldes betragen.

- 20 Unter der Voraussetzung, daß  $n$  kleiner als  $m$  ist, kann die Trägerfrequenz nie eine Harmonische der Frequenz des Energiefeldes sein. Folglich können die Harmonischen der Energiefeld-Frequenz nie zu Störüberlagerungen der Trägersendungen führen. Durch geeignete Wahl von  $n$  kann die
- 25 Trägerfrequenz eingestellt werden. Verschiedene Trägerfrequenzen können erzeugt werden, indem entweder ein Oszillator verwendet und  $n$  je nach Bedarf angepaßt wird oder indem viele auswählbare Oszillatoren vorgesehen werden, die jeweils auf ein anderes  $n$  voreingestellt sind, um jeweils eine
- 30 der benötigten Trägerfrequenzen zu erzeugen.

Die Steuerung der Auswahl einer bzw. mehrerer Trägerfrequenzen und/oder Sendepausen kann bei Verwirklichung der Auswahlschaltung mit unterschiedlichem Aufwand erreicht werden. Bei einer Ausführungsform kann ein dem Energiefeld

35 aufgeprägter Modulationsimpuls (MAG MOD) einen Transponder veranlassen, eine Trägerfrequenz oder Sendepause zufällig auszuwählen. Durch geeignete Codierung der Modulation des Energiefelds können in Verbindung mit passenden Erfassungs- und

Decodierschaltungen des Transponders weiter entwickelte Auswahlsschemata oder Datenübertragungsverfahren verwirklicht werden. Zum Beispiel kann ein Transponder gezwungen werden, den Sendebetrieb einzustellen, oder es kann die Trägerfrequenz eines bestimmten Transponders gewechselt werden. Zur Modulation des elektromagnetischen Energiefeldes kann Frequenz-, Phasen-, Amplituden- oder Impulsmodulation oder eine beliebige Kombination dieser Modulationsarten eingesetzt werden.

Ein Transponder kann willkürlich oder zufällig entweder eine Sendepause oder eine Trägerfrequenz wählen. Auch können jeder Trägerfrequenz und/oder jedem Leerlaufzustand beliebige Wahrscheinlichkeitsgewichtungen zugewiesen werden. Die Auswahl kann im Anschluß an die Sendung eines vollständigen Codes oder Datenworts erfolgen. Auf diese Weise kann die Trägerfrequenz des Transponders nach jeder abgeschlossenen Sendung eines Codes oder Datenworts geändert werden. Ebenso ist es möglich, mehr als einen Code bzw. mehr als ein Datenwort zu senden, bevor eine andere Trägerfrequenz gewählt wird.

Der in den verschiedenen Figuren dargestellte Modulator kann ein EXCLUSIV-ODER-Gatter aufweisen. In diesem Fall besteht das HF-Ausgangssignal aus Daten, die binär pulslagenmoduliert sind (BPSK: binary phase shift keying). Andere, aufwendigere Modulator-Ausführungsformen können eine QPSK-Modulation erfordern machen (quadrature phase shift keying). Amplituden- oder Frequenzmodulatoren können ebenfalls verwendet werden.

Zur Abstrahlung des für den Transponder bestimmten Energiefeldes kann eine ein-, zwei- oder dreidimensionale Antennenbasisanordnung zum Einsatz kommen.

Bei einem beliebig moduliert einfallenden schwingenden Energiefeld kann die Modulationsrate durch die Bandbreite des Transponders begrenzt sein. Diese kann hinreichend groß sein, eine Datenübertragungsrate von beliebiger erforderlicher Zahl von Kilobits pro Sekunde zu erlauben. Vorzugsweise kann das Magnetfeld phasen- oder frequenzmoduliert sein, da diese Modulationsarten die Energieübertragung von der Basisstation zum Transponder nicht beeinträchtigen. Amplituden-, Impulsbreiten- oder Impulslagemodulation können ebenfalls

verwendet werden.

In einem Transponder kann eine phasengekoppelte Schleife die Phasen- oder Frequenzmodulation demodulieren, während ein einfacher Hüllkurvendetektor oder eine sonstige Einrichtung verwendet werden kann, um eine Amplituden- oder Impulsmodulation zu erfassen (Figuren 8A und 8B).

Das schwingende Magnetfeld kann mittels eines Oszillators mit abgestimmter Spule erzeugt werden. Die Abstimmung kann wesentlich sein, um hohe Spulenströme bei niedrigen Eingangsspannungen zu liefern. Im Hinblick auf einen effizienteren Betrieb kann eine Spule hoher Güte Q verwendet werden. Die einer abgestimmten Spule hoher Güte innewohnenden Eigenschaften erfordern besondere Aufmerksamkeit, wenn eine sehr schnelle Modulation des Magnetfelds benötigt wird.

Zum Erzeugen einer Phasen- oder Frequenzmodulation kann die momentane Betriebsfrequenz der abgestimmten Spule durch eine sprungförmige Änderung entweder der Spuleninduktivität oder der Abstimmkapazität geändert werden. Jedwede sprungförmige Änderung der Spuleninduktivität kann vorzugsweise dann erfolgen, wenn der Spulenstrom null ist, während jegliche sprungförmige Änderung der Abstimmkapazität vorzugsweise dann erfolgt, wenn die Kondensatorspannung null ist. Beispiele für Schaltanordnungen, welche die Entstehung von Transienten in der Schaltung mildern, sind in den Figuren 9A und 9B gezeigt. Bei Phasenmodulation kann der Schlupf des Phasenwinkels mit linearer Rate erfolgen, wenn eine sprungförmige Frequenzänderung durchgeführt wird. Sobald die erforderliche Veränderung des Phasenwinkels erreicht ist, wird die Betriebsfrequenz auf ihren Nennwert zurückgeführt und der Phasenschlupf ist beendet.

Es wird auf die Figuren 10A bis 10C Bezug genommen. Wenn Amplituden- oder Impulsmodulation verwendet wird, kann die Spulengüte Q raschen Änderungen des Spulenstroms entgegenwirken. Bei Bedarf kann die Spulengüte Q künstlich herabgesetzt werden, indem eine zusätzliche Dämpfung in die Spule eingebracht wird. Dies kann durch Einführen eines zusätzlichen Widerstandswerts in den Abstimmkreis erfolgen, sei er ohmisch, induktiv oder kapazitiv. Bei Amplitudenmodulation

können Verringerungen des Spulenstromwerts beschleunigt werden, indem durch einen Schaltvorgang ein zusätzlicher Widerstand eingefügt wird. Bei Impulsmodulation kann der Widerstand angeschlossen werden, nachdem die Signalquelle ausgeschaltet 5 worden ist. Der Widerstand kann den Spulenstrom schnell dämpfen. Nach Ablauf der geeigneten Zeitspanne kann die Signalquelle wieder aktiviert und der Spulenstrom wiederhergestellt werden. Bei Amplituden- oder Impulsmodulation kann der Widerstand durch die Versorgungsspannungsquelle 10 ersetzt werden, so daß die magnetische Energie nicht als Abwärme verlorengeht, sondern zurückgeleitet wird, um mit Hilfe der Spannungsversorgung wiederverwendet zu werden.

Die gleichzeitige Wirkung desselben Magnetfelds zur Energieübertragung und zum Senden von Daten oder Steuersignalen 15 kann die Fernsteuerung elektromechanischer Einrichtungen und elektronischer Schaltkreise ermöglichen, zum Beispiel die Programmierung von EEPROM- oder herkömmlichen CMOS-Speichern, wie sie an sich bekannt ist, hier aber aus der Ferne erfolgt.

Die Figuren 17 und 18 betreffen eine erfindungsgemäße Ausführungsform, bei der die gesamte 20 Transponderschaltungsanordnung, einschließlich der Antenne, auf einem einzigen Chip enthalten ist. Eine derartige Ausführungsform eignet sich ideal für Chipkarten-Anwendungen, z.B. Kreditkarten, Abbuchungskarten und Berechtigungskarten, 25 bei denen die Kopplung zwischen Chip und Abfragestation hinreichend stark ausgebildet werden kann, daß der Chip von einer derart kleinen Antenne mit Energie versorgt werden kann. Eine starke Kopplung stellt sicher, daß auch ohne Abstimmung eine ausreichende Spannung zur Verfügung steht. Eine Abstimmung vergrößert die in der Antennenspule induzierte Spannung um den 30 Gütefaktor "Q" des Abstimmkreises, für die vorliegende Art von Antenne typischerweise um den Faktor 5. Der Speicherkondensator wird verwirklicht, indem die Streukapazität des Chips, d.h. die Leiterbahnen, Anschlußflächen und metallisierten Bereiche, 35 ausgenutzt wird und auf jedweder übrigbleibenden Chipfläche Kondensatoren gebildet werden.

Die vorliegende Erfindung schafft in bemerkenswerter Weise eine Vorrichtung, die ausgebildet ist, mit einer einzigen

induktiven Einrichtung gleichzeitig Energie zu empfangen, Daten zu empfangen und Signale zu senden. Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung eignet zur im wesentlichen vollständigen Integration. Die vorliegende Erfindung schafft eine 5 einzigartige Schaltungskombination und/oder -anordnung. Die vorliegende Erfindung eignet besonders zur Verwendung in einem Transponder, die allgemeine Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung sollte jedoch nicht auf einen Transponder beschränkt werden.

Anmelder: The university of Western Australia and  
Magellan Technology PTY Limited

Veröffentl. Nr. 0 393 089

Titel: Transponder

5

### ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Empfangen eines energieliefernden elektromagnetischen Feldes und zum Abstrahlen eines Informationssignals, mit:  
 10 einer Treibereinrichtung (T) zum Steuern der Abstrahlung des Informationssignals durch die Vorrichtung; einer Induktivität (L) zum Empfangen des energieliefernden elektromagnetischen Feldes, um Energie für die Treibereinrichtung zur Verfügung zu stellen;
- 15 einem Gleichrichter (D), der mit einer Seite der Induktivität verbunden ist;  
 dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichrichter zwischen der einen Seite der Induktivität und einem Punkt liegt, der für die Vorrichtung als Ganze das Bezugspotential bildet, und daß die 20 Treibereinrichtung eine mit der Induktivität verbundene Stromquelle aufweist, um zu ermöglichen, daß wenigstens ein Teil der Induktivität gleichzeitig das energieliefernde Feld empfängt und das Informationssignal abstrahlt, ohne daß es zwischen diesen zu einer Wechselwirkung kommt.
- 25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Gleichrichter (D) derart angeschlossen ist, daß er mit der Induktivität (L) zusammenwirkt, um an der anderen Seite der Induktivität (L) eine Versorgungsspannung zu liefern, solange das energieliefernde Feld empfangen wird.
- 30 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Treibereinrichtung (T) zwischen dem Bezugspotentialpunkt und einer Anzapfung der Induktivität (L) liegt.
- 35 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Stromquelle so an der Induktivität (L) angeschlossen ist, daß in der Induktivität (L) zwischen der Anzapfung und der besagten anderen Seite der Induktivität wahlweise ein Stromfluß bewirkt wird, um das Informationssignal abzustrahlen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Strom ein

codemodulierter Strom ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Treibereinrichtung (T) Stromspiegel oder parallele Ausgangstransistoren zur Stromsummierung aufweist.

5 7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktivität (L) eine einzige Induktivitätsspule ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Informationssignal ein HF-Signal ist.

10. 9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Induktivität (L) ausgebildet ist, gleichzeitig mit dem energieliefernden elektromagnetischen Feld ein Datensignal zu empfangen.

15 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei das Datensignal in Form einer Frequenzumtastmodulation des energieliefernden Feldes vorliegt.

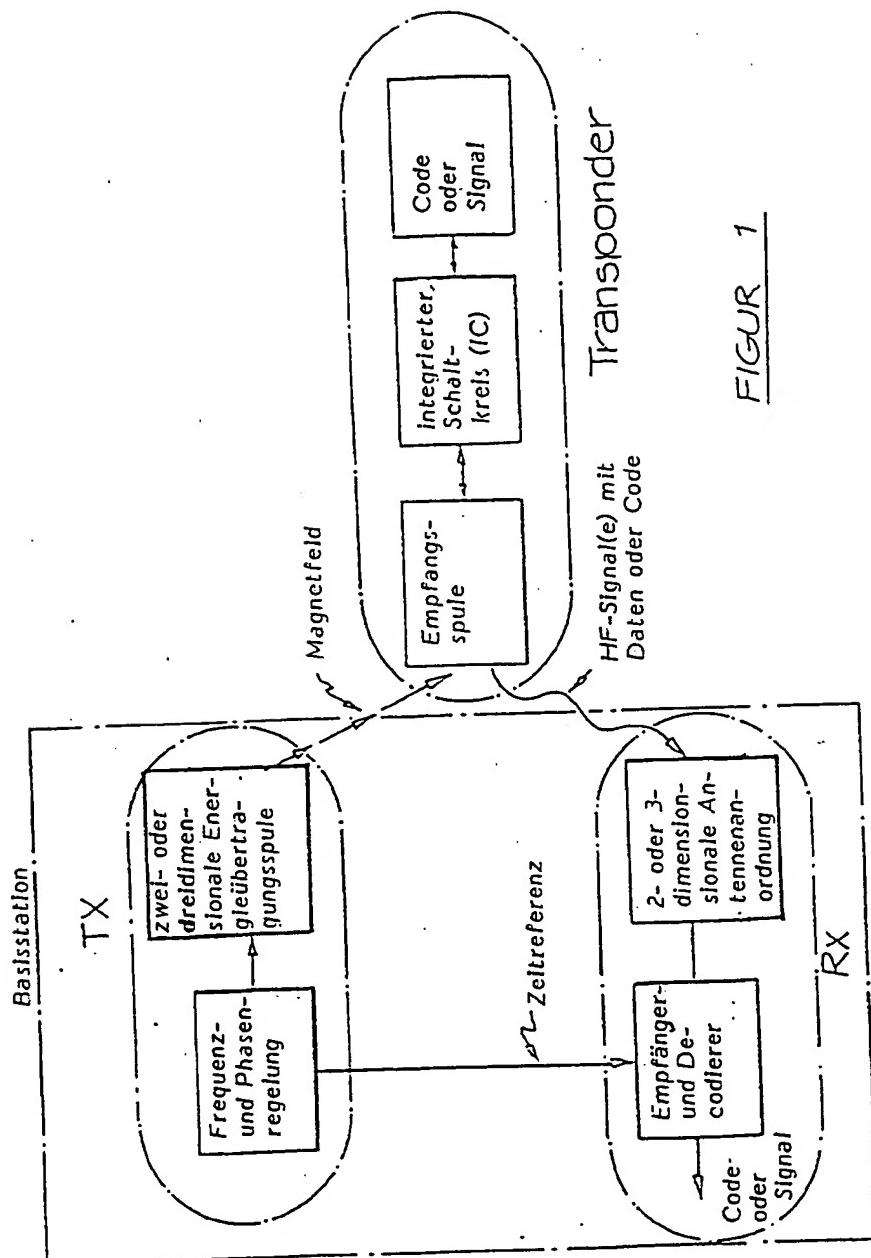
11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Ladungsspeicher (CS) zum Speichern von Energie, die von der Induktivität (L) geliefert wird.

20 12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Treibereinrichtung (T) und der Gleichrichter (D) sich auf einem einzigen integrierten Chip befinden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei sich die Vorrichtung auf einem einzigen integrierten Chip befindet.

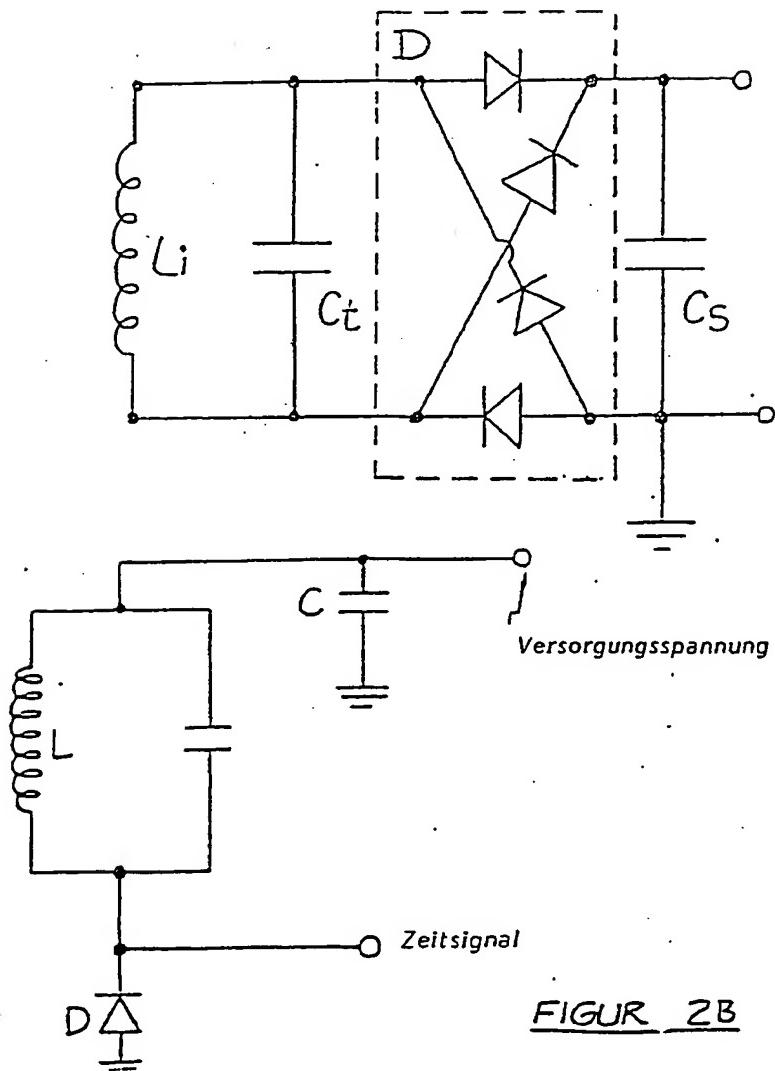
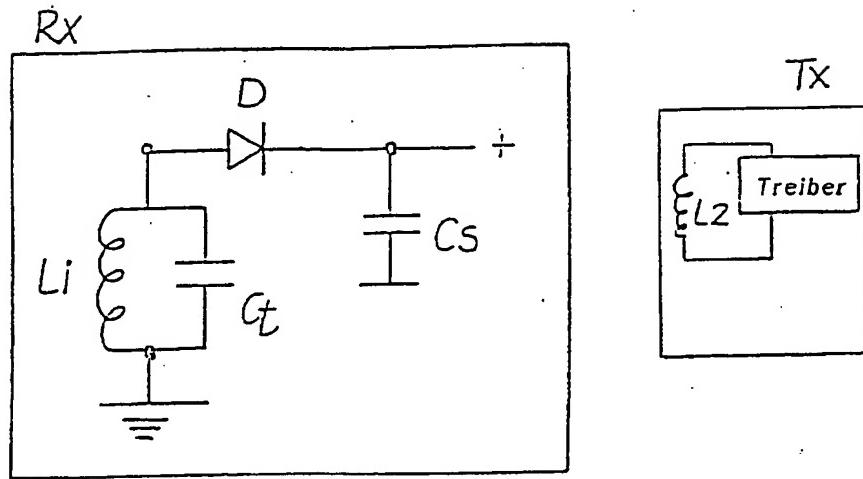
25 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Vorrichtung in einer Chipkarte oder einem Identifizierungsetikett enthalten ist.

1118

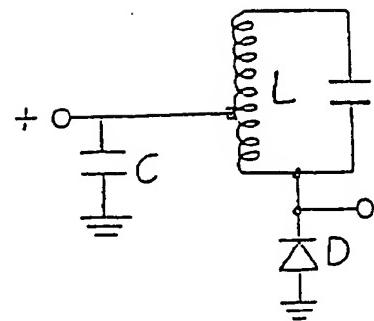


2/10

FIGUR 2A Stand der Technik

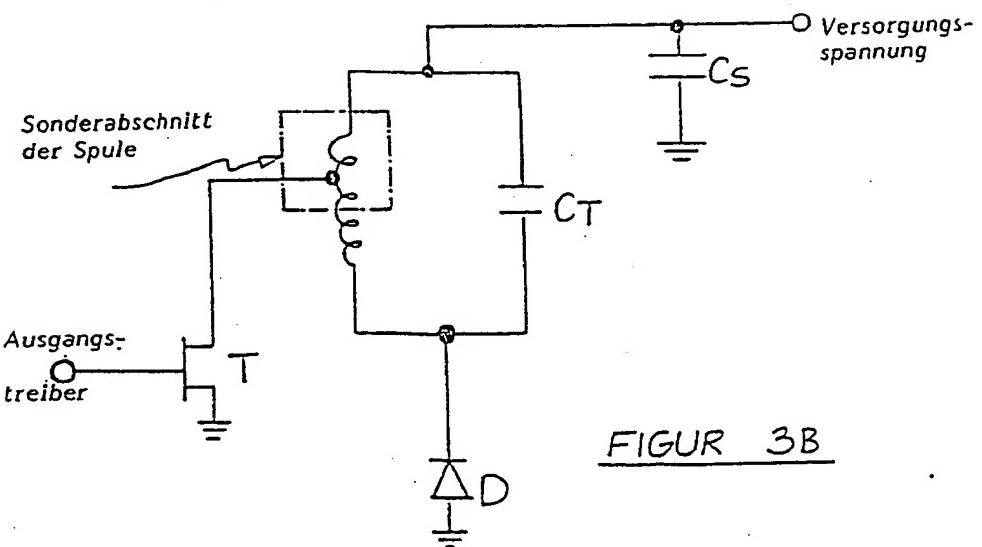
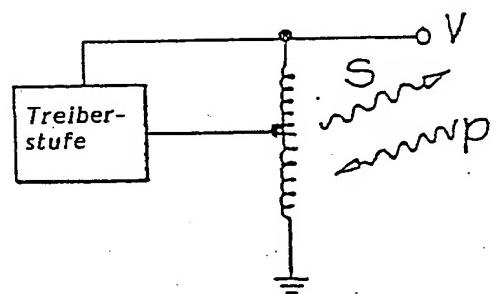


FIGUR 2B



FIGUR 2C

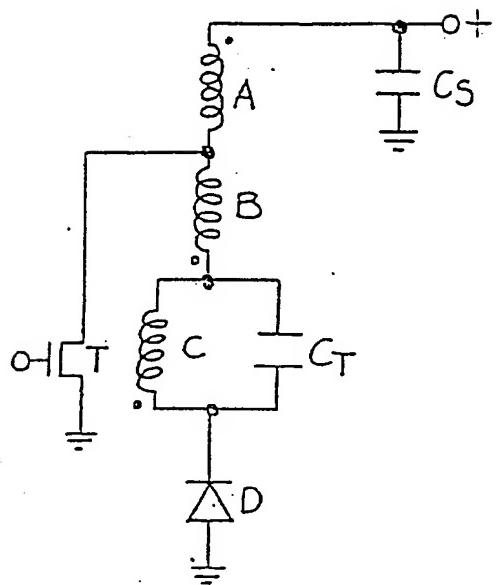
FIGUR 3A



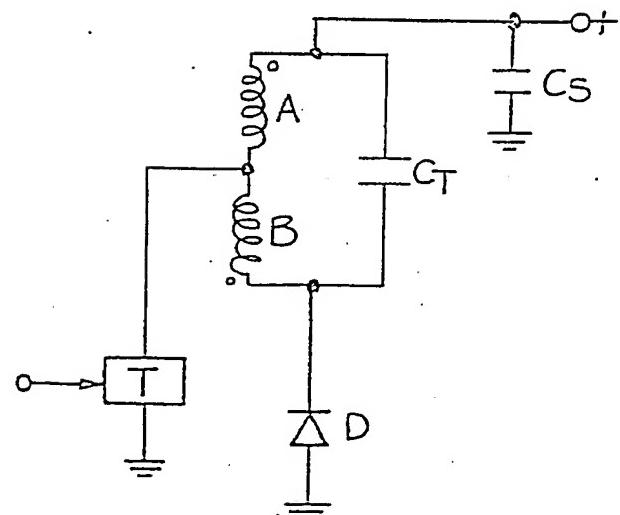
FIGUR 3B

4118

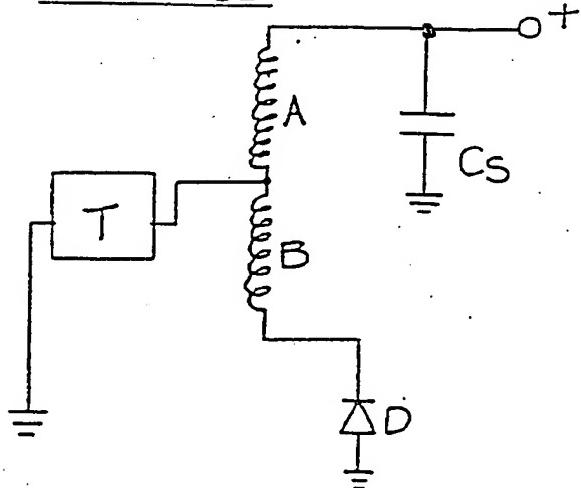
FIGUR 3C

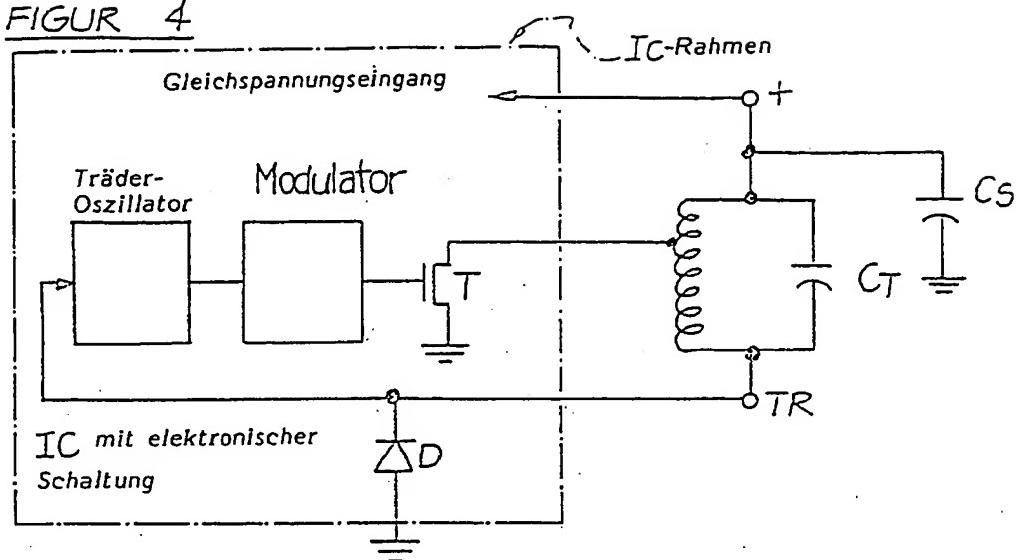
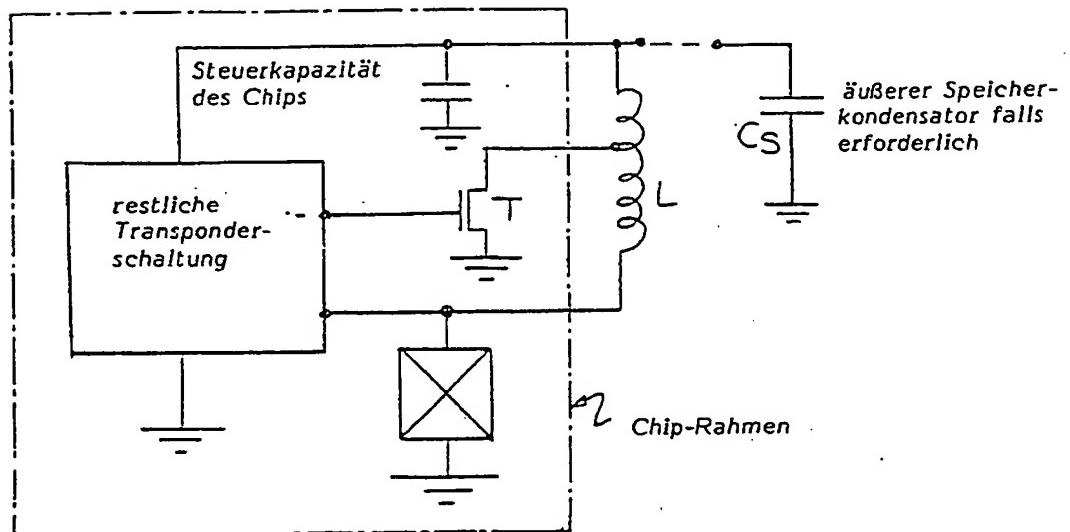


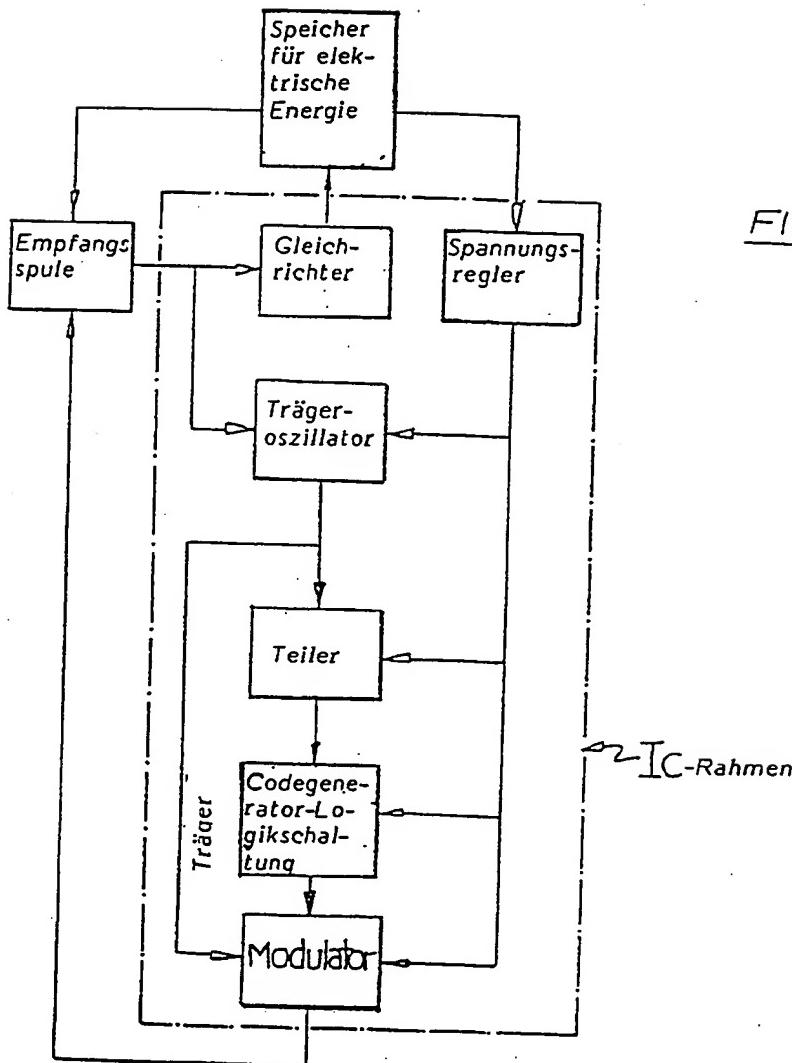
FIGUR 3D



FIGUR 3E

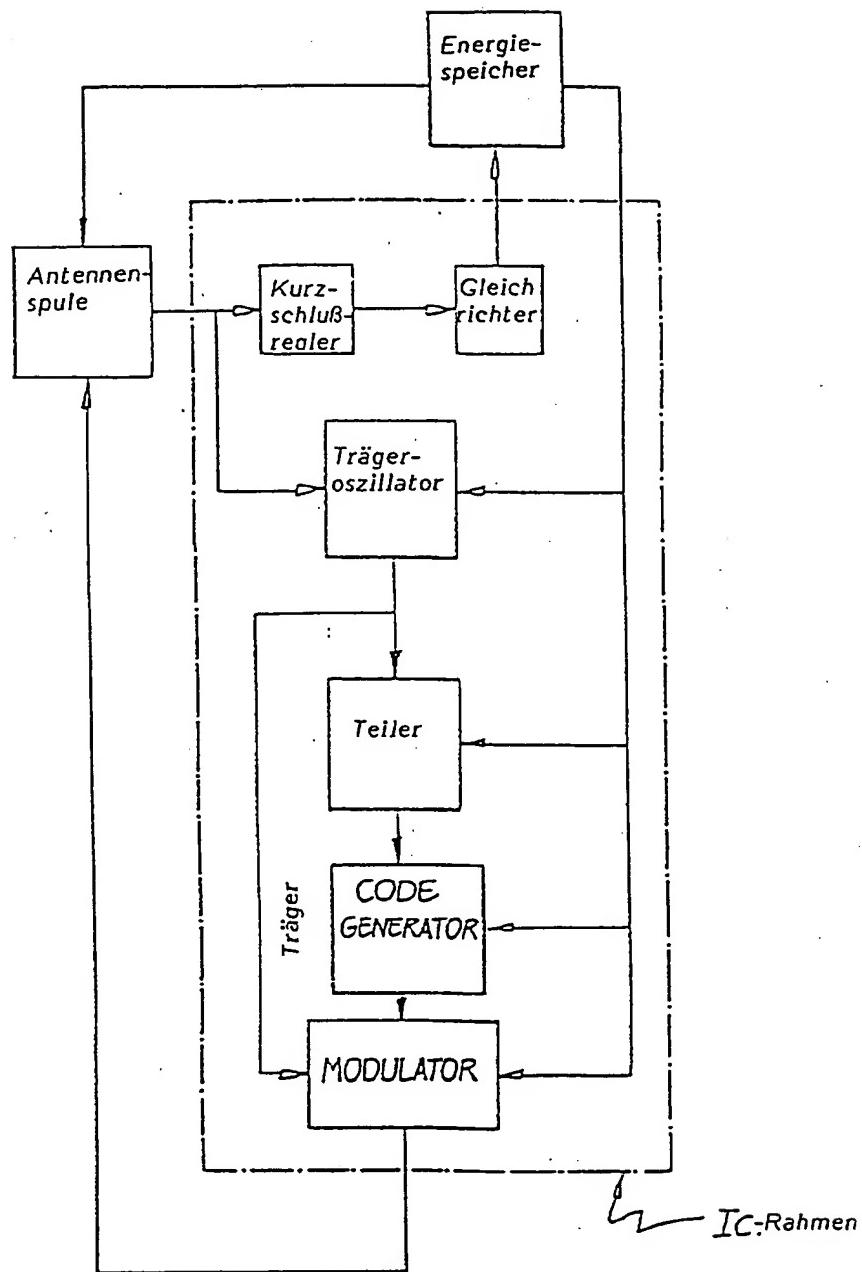


FIGUR 4FIGUR 4A

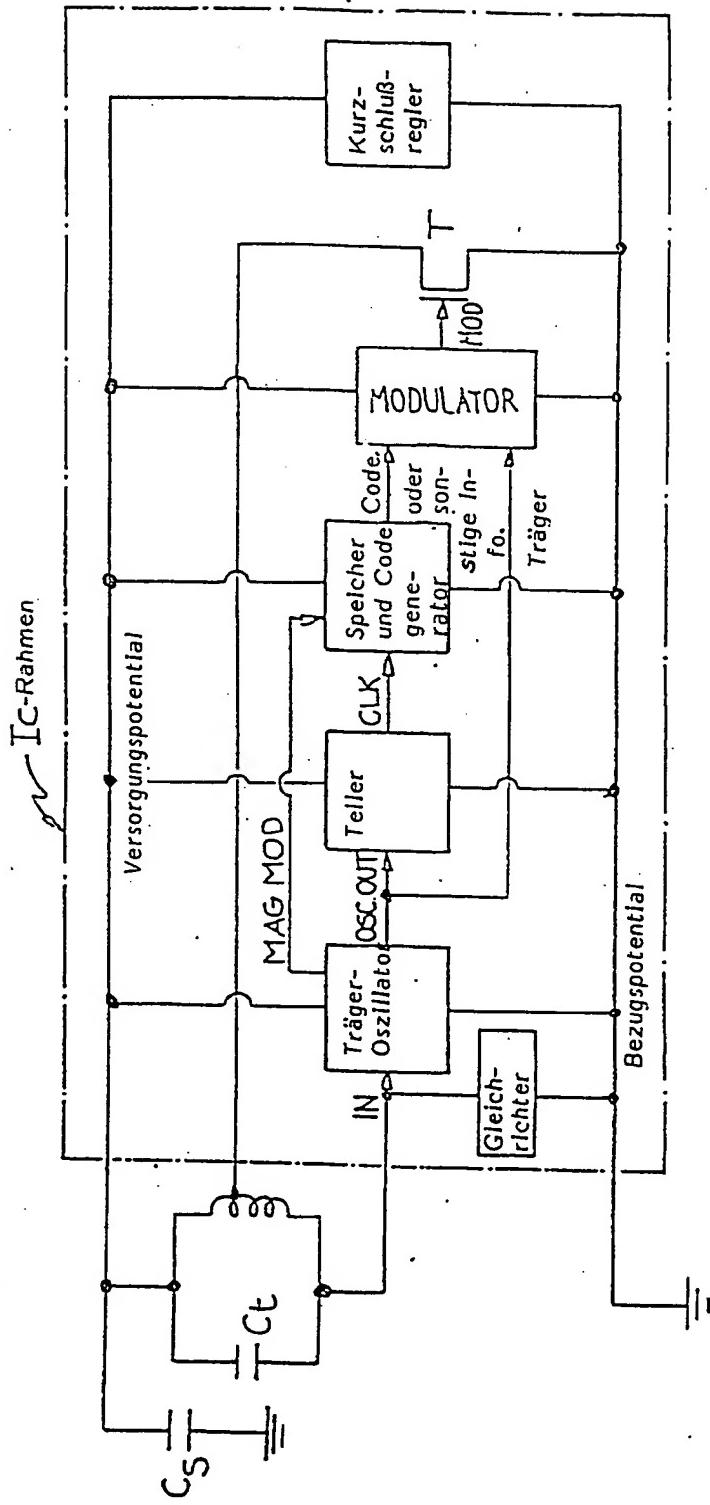


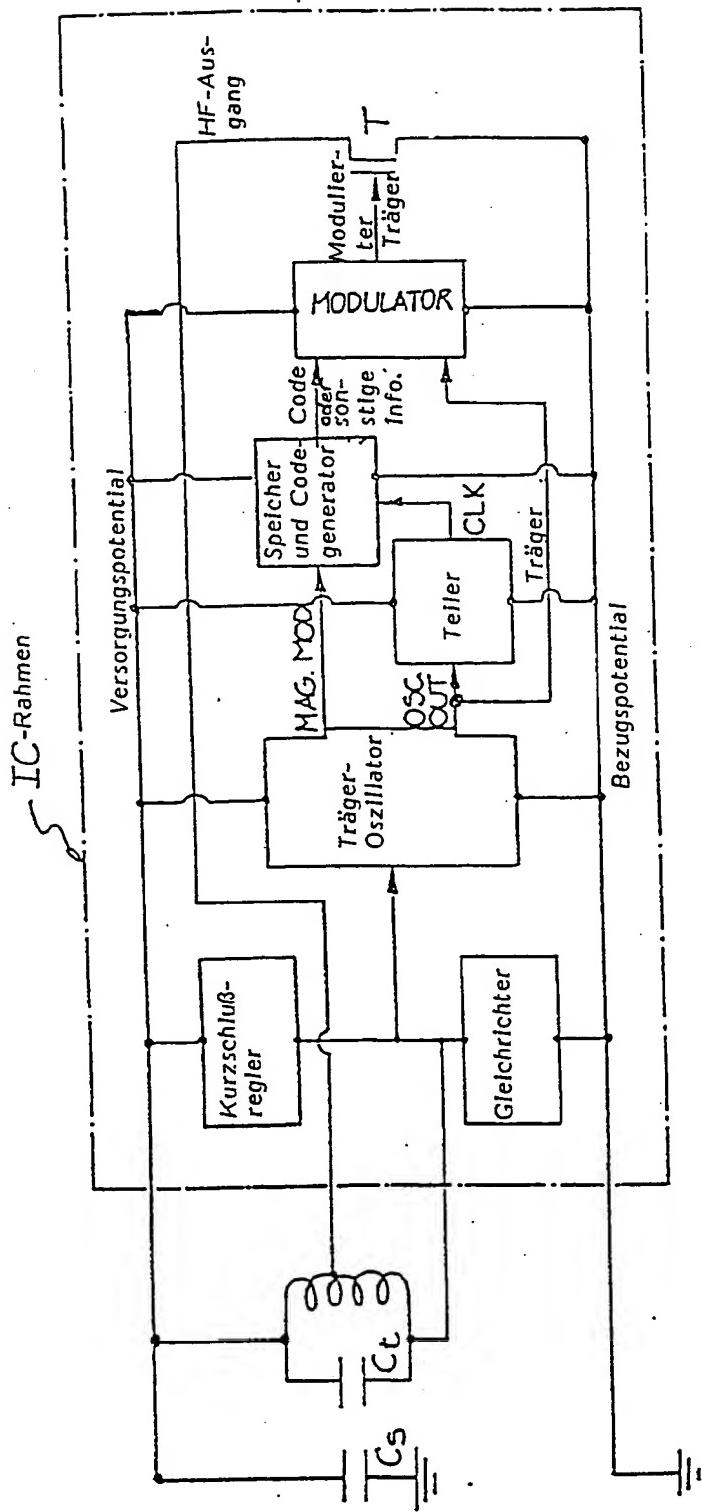
FIGUR 5A

FIGUR 58

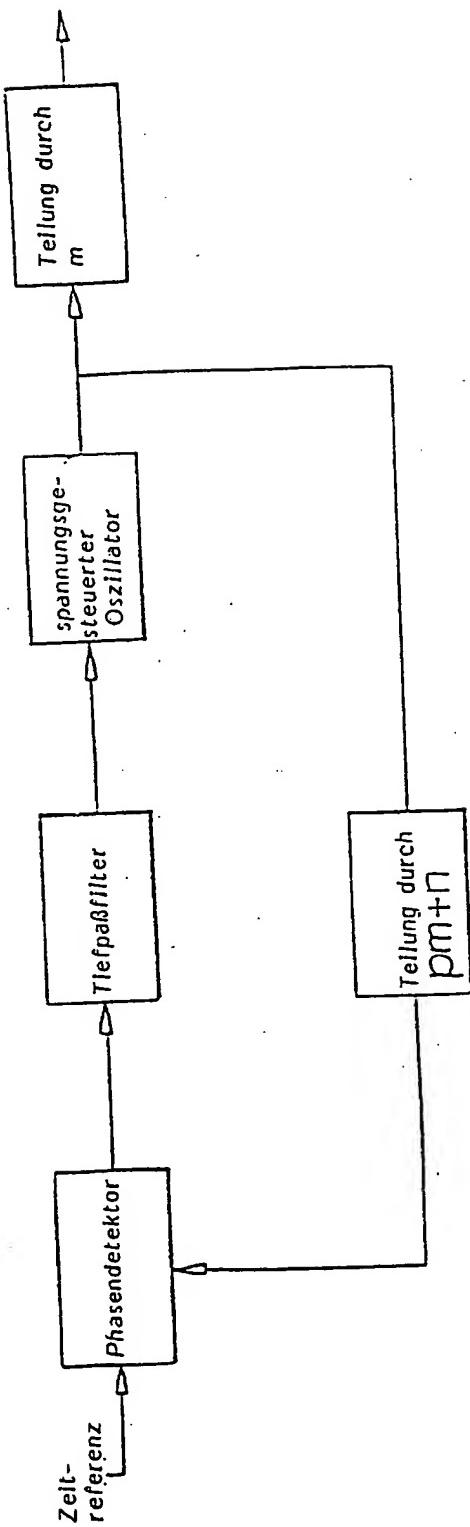


FIGUR GA

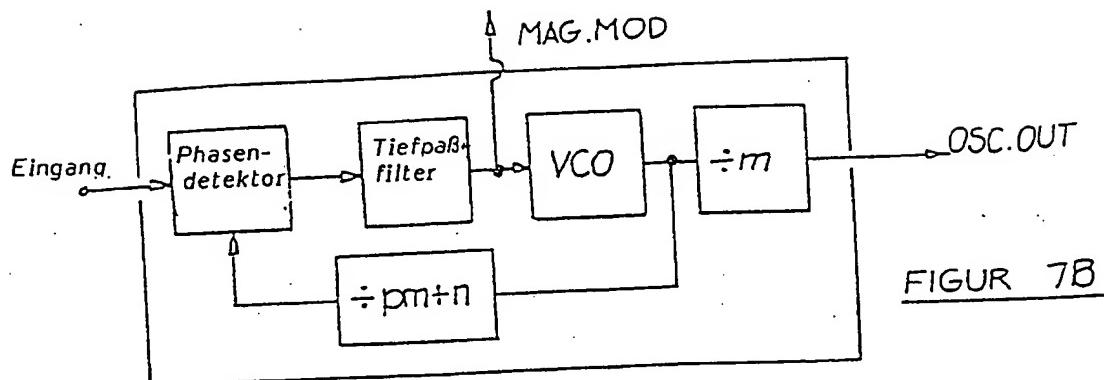




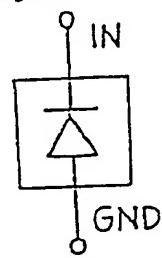
FIGUR 6B



FIGUR 7A

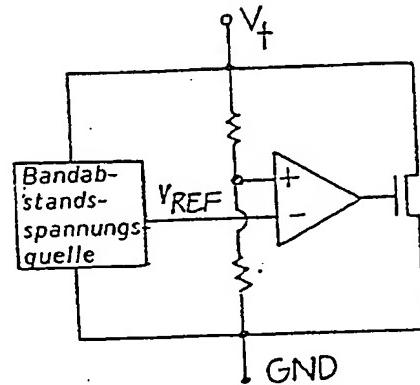
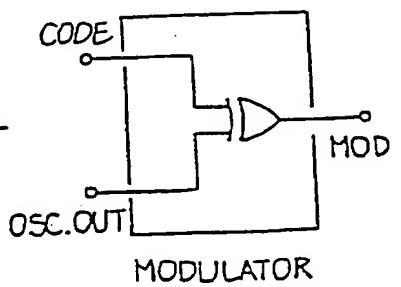
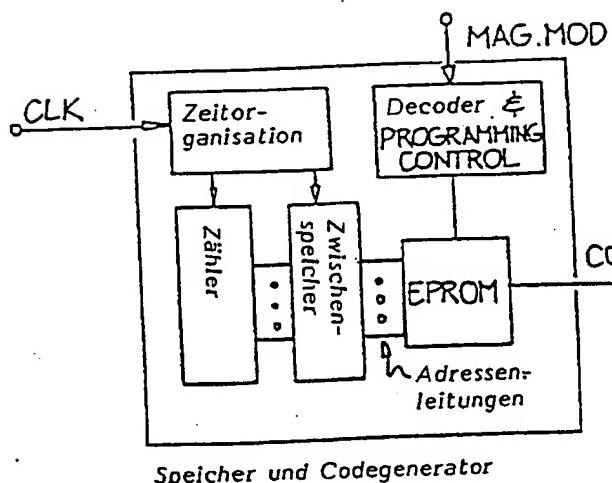


Trägeroszillator



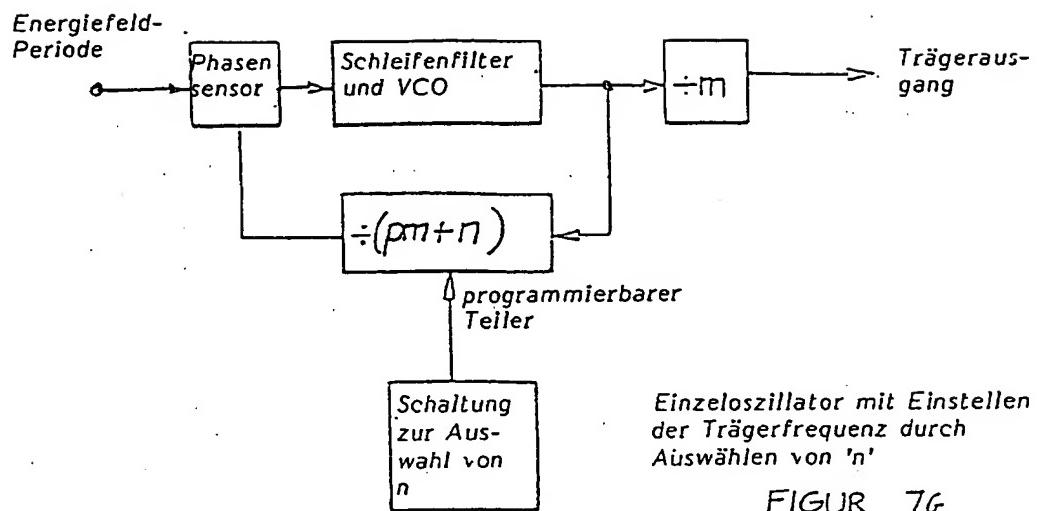
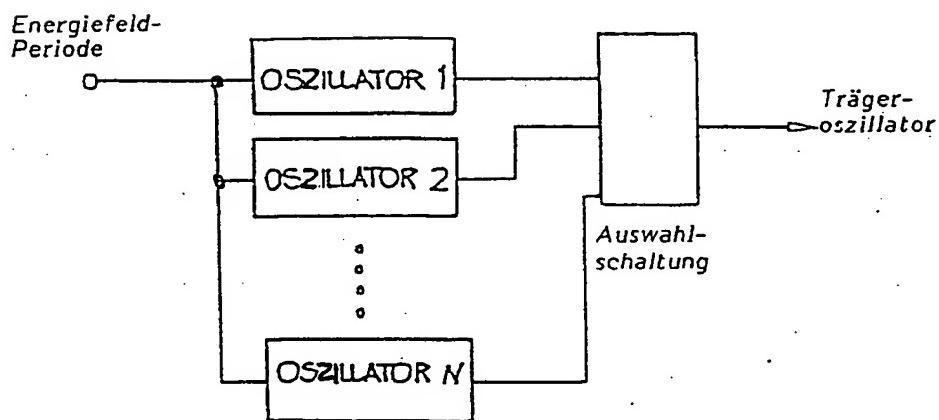
Gleichrichter

FIGUR 7C

Kurzschlußregler  
FIGUR 7D

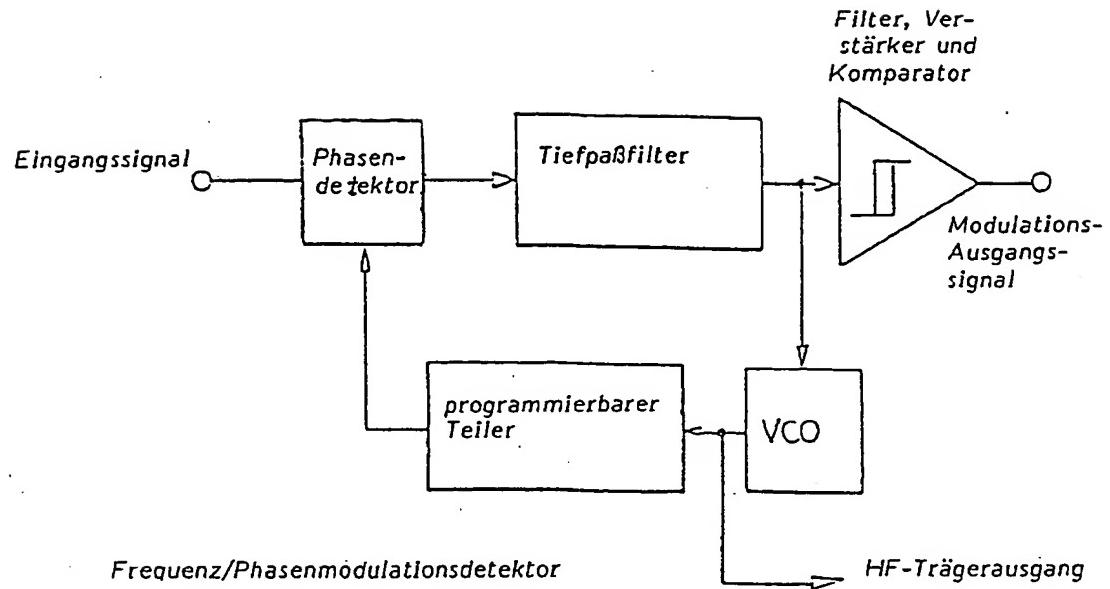
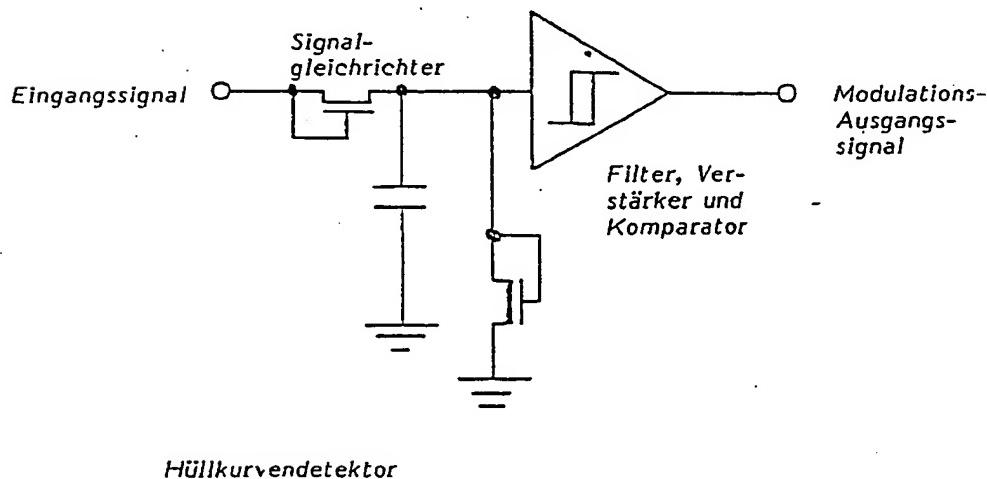
FIGUR 7F

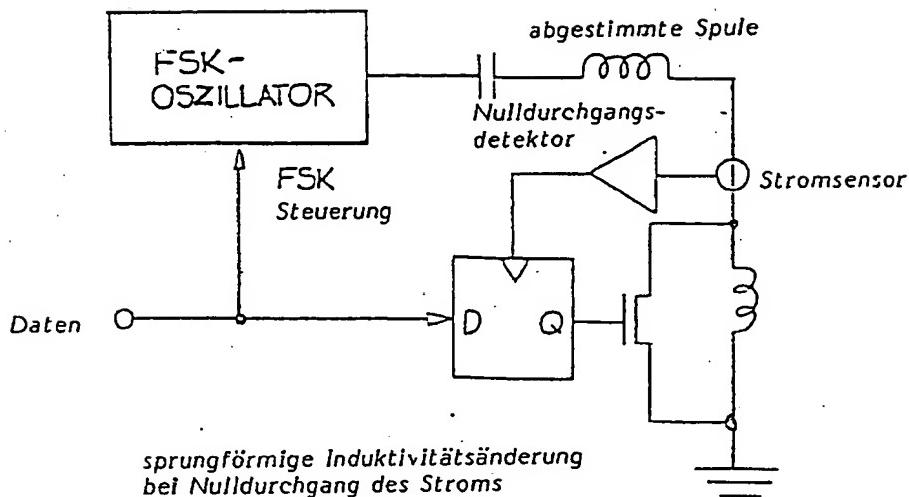
FIGUR 7E

FIGUR 7G

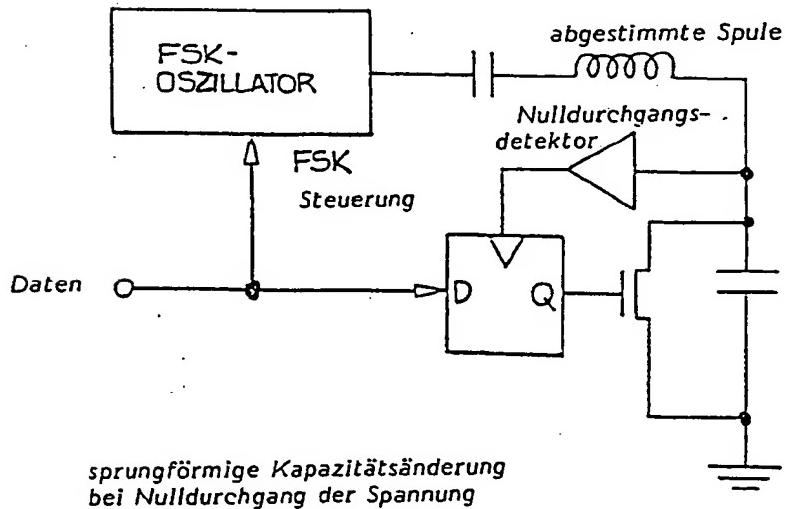
individuelle voreingestellte Oszillatoren, Trägerfrequenzauswahl  
durch Wählen des Ausgangssignals (wenigstens) eines Oszillators

FIGUR 7H

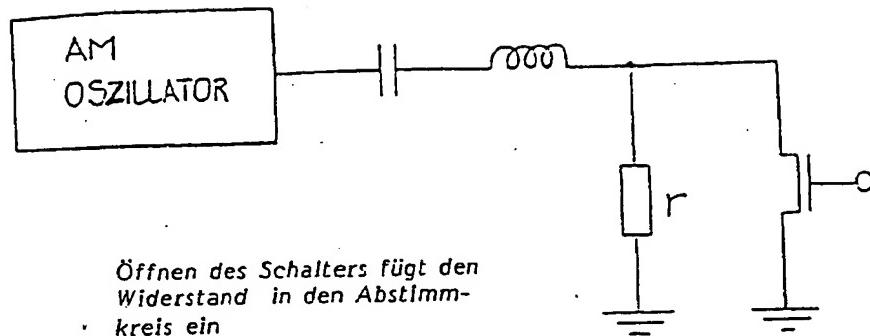
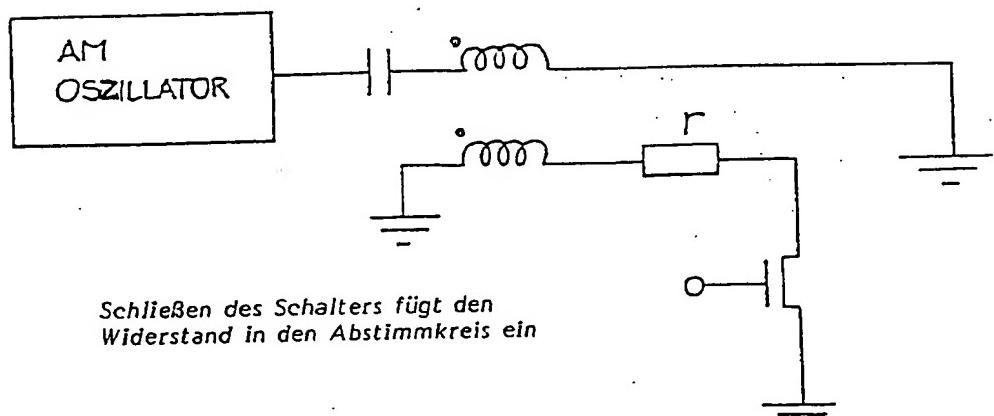
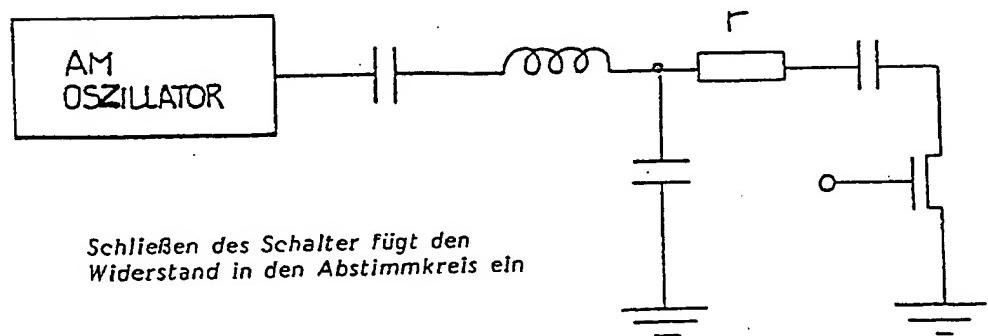
FIGUR 8AFIGUR 8B

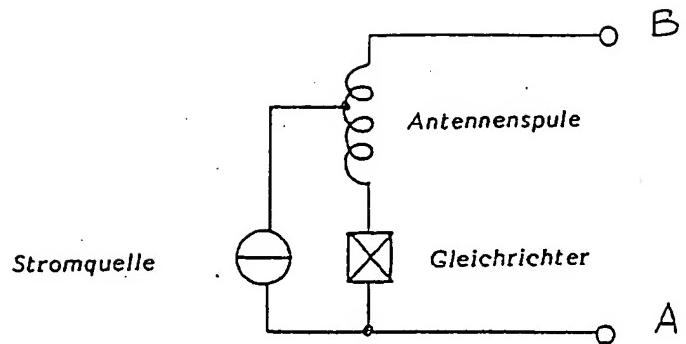


FIGUR 9A

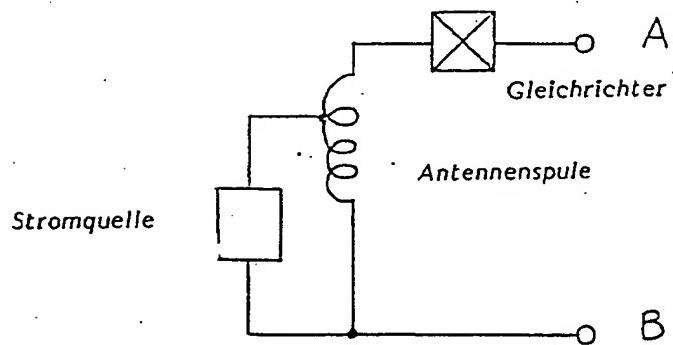


FIGUR 9B

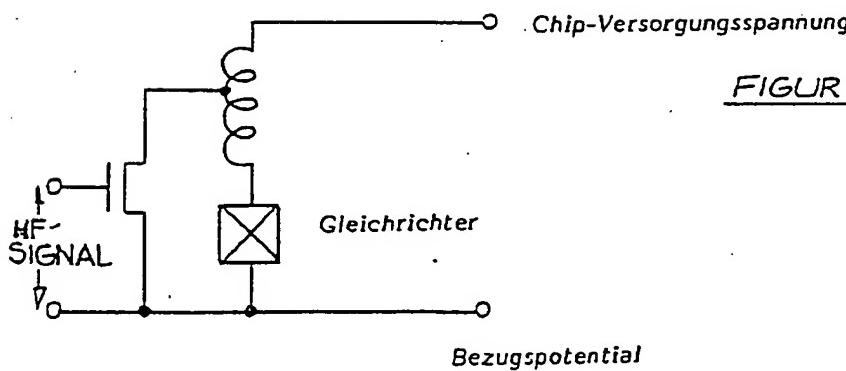
FIGUR 10AFIGUR 10BFIGUR 10C



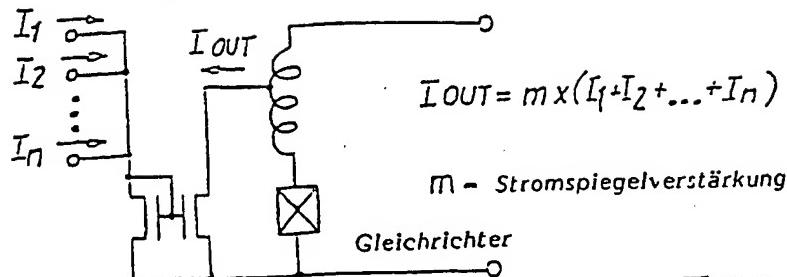
FIGUR 11



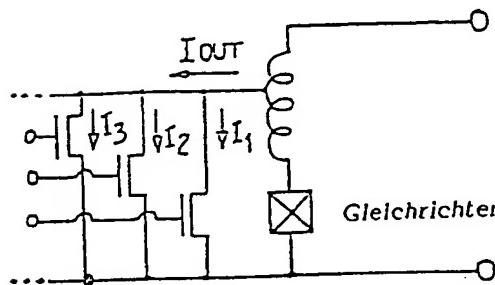
FIGUR 12



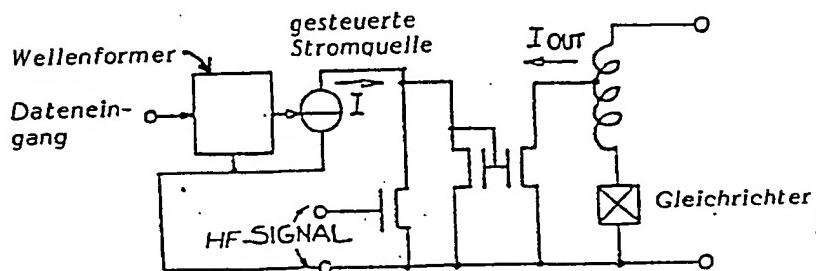
FIGUR 13



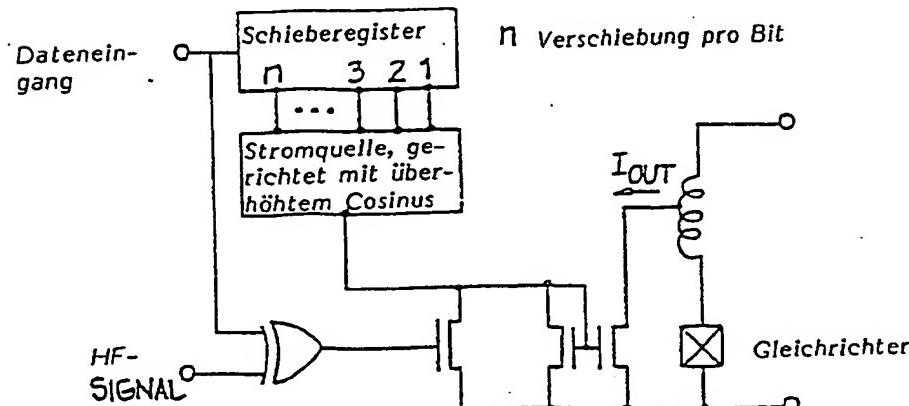
FIGUR 14



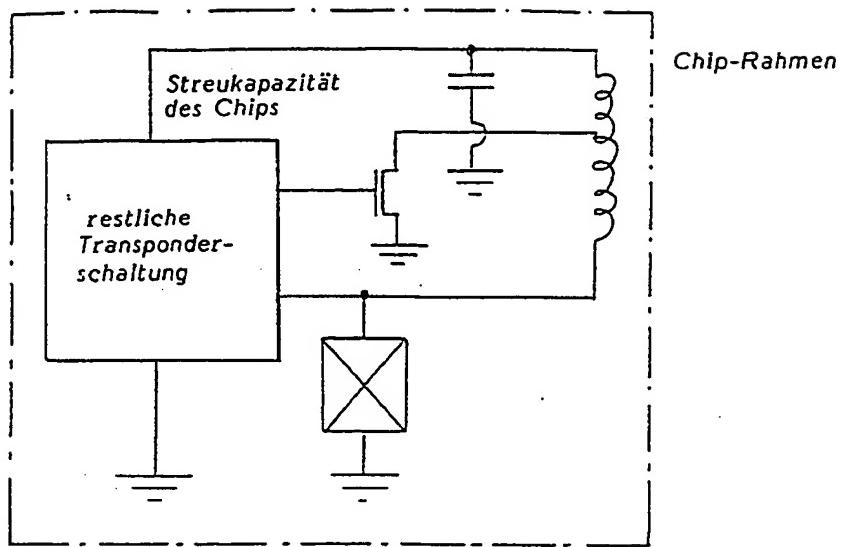
FIGUR 15



FIGUR 16A



FIGUR 16B



FIGUR 17

FIGUR 18

